

Вероятностная оценка пригодности судебно-экспертной методики «Микроскопическое исследование текстильных волокон»

 С.А. Смирнова^{1,2},  Г.И. Бебешко¹,  И.П. Любецкая¹,  Г.Г. Омелянюк^{1,2},  А.И. Усов^{1,2,3}

¹ Федеральное бюджетное учреждение Российский федеральный центр судебной экспертизы при Министерстве юстиции Российской Федерации, Москва 109028, Россия

² ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва 117198, Россия

³ ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», Москва 105005, Россия

Аннотация. Представлены результаты валидации методики «Микроскопическое исследование текстильных волокон», применяемой при судебно-экспертном исследовании волокнистых материалов. Предпринята попытка определить надежность тестирования этой методики численно: по значениям долей ложных и правильных результатов и отношению правдоподобия.

Рассматриваемая методика тестирования заключается в установлении комплекса внешних признаков природных и химических текстильных волокон: цвета, особенности окраски, морфологических особенностей, наличия/отсутствия матирующего агента. Данные родовые признаки используются при судебно-экспертном исследовании текстильных волокон.

Объектами тестирования являлись образцы волокон из сравнительной коллекции лаборатории криминалистической экспертизы волокнистых материалов. В эксперименте участвовали четыре эксперта, которые в течение недели независимо исследовали одиннадцать образцов волокон по одиннадцати внешним признакам.

Установлен низкий (2,2 %) уровень ложных результатов по отношению к общему числу тестируемых, а также низкий (менее 3,0 %) уровень ложных результатов у каждого из экспертов. Вероятность правильных результатов оценки совокупности признаков в 30 раз выше вероятности ложных результатов.

Результаты эксперимента позволяют сделать вывод о том, что методика пригодна для использования в судебной экспертизе волокнистых материалов при решении разнообразных задач: классификационных, идентификационных, ситуационно-диагностических.

Ключевые слова: волокна, внешние признаки, методика качественного тестирования, микроскопия, валидация

Для цитирования: Смирнова С.А., Бебешко Г.И., Любецкая И.П., Омелянюк Г.Г., Усов А.И. Вероятностная оценка пригодности судебно-экспертной методики «Микроскопическое исследование текстильных волокон» // Теория и практика судебной экспертизы. 2019. Том 14. № 2. С. 92–99.

<https://doi.org/10.30764/1819-2785-2019-14-2-92-99>

Probability-Based Validation of the Forensic Method "Microscopic Analysis of Textile Fibers"

 Svetlana A. Smirnova^{1,2},  Galina I. Bebeshko¹,  Irina P. Lyubetskaya¹,  Georgii G. Omel'yanyuk^{1,2},
 Aleksandr I. Usov^{1,2,3}

¹ The Russian Federal Centre of Forensic Science of the Russian Federation Ministry of Justice, Moscow 109028, Russia

² Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow 117198, Russia

³ Bauman Moscow State Technical University (BMSTU), Moscow 105055, Russia

Abstract: The results of validation of the method "Microscopic analysis of textile fibers" used in forensic fiber examination are presented. An attempt is made to estimate reliability of testing of this method numerically by the proportions of right and false results and credibility ratio.

The testing method under consideration consists in establishing a set of external characteristics of natural and chemical textile fibers: color, peculiarities of coloration, morphological features, presence/absence of a matting agent. These generic characteristics are used in forensic textile analysis.

As the objects of testing fiber samples from comparative collection of a forensic fiber laboratory were used. Four experts participated in the experiment independently examining eleven fiber samples by eleven external characteristics for a week.

A low (2,2 %) rate of false results in relation to the total number of tests was established as well as the low (less than 3,0 %) rate of each expert's false results. The probability of the right results of characteristics' assessment is 30 times higher than the probability of false results.

The results of the experiment permit the conclusion that the method is suitable to be used in forensic fiber examination when dealing with various tasks: classification, identification, situational and diagnostic.

Keywords: *fibers, color, microspectrophotometry, validation*

For citation: Smirnova S.A., Bebeshko G.I., Lyubetskaya I.P., Omel'yanyuk G.G., Usov A.I. Probability-Based Validation of the Forensic Method "Microscopic Analysis of Textile Fibers". *Theory and Practice of Forensic Science*. 2019. Vol. 14. No. 2. P. 92–99. (In Russ.). <https://doi.org/10.30764/1819-2785-2019-14-2-92-99>

Введение

В соответствии с регламентом [1], разработанным в ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России и утвержденным Советом министров юстиции государств – членов ЕврАзЭС, судебно-экспертным лабораториям надлежит проводить валидацию используемых методик, предполагающую оценку их пригодности для судебно-экспертной деятельности.

Методика тестирования «Микроскопическое исследование текстильных волокон» (далее – Методика) является качественной судебно-экспертной методикой и широко применяется в судебной экспертизе волокнистых материалов при решении разнообразных задач: классификационных, идентификационных, ситуационно-диагностических [2–5]. Сущность Методики заключается в установлении на основе микроскопического исследования физических характеристик волокон, а именно их внешних признаков: цвета, особенностей окраски, морфологических особенностей, наличия матирующего агента.

Цвет является важным родовым признаком. При исследовании текстильных волокон эксперты определяют их основной цвет, оттенок (наличие в основном цвете примеси другого цвета) и светлоту (насыщенность). В наименовании цвета первое слово обозначает оттенок, второе – основной цвет; при описании насыщенности используют наречие «ярко», а для описания светлоты – «светло-» и «тёмно-».

Особенности окраски волокон несут информацию о способе нанесения красителя. Равномерная окраска всего волокна свидетельствует о поверхностном крашении, точечное распределение красителя – о кра-

шении химических волокон в массе, чередование участков разного цвета говорит о крашении волокнистого материала способом печати.

К *морфологическим особенностям* относят разнообразие форм и строения волокон. Различают лентообразную форму, извитость, наличие черепицеобразной кутикулы, наличие одной или нескольких продольных полос, гладкую поверхность, профилированность волокон и др. Особенности строения могут быть природными (у волокон хлопка и шерсти), являться результатом специальной механической обработки (у лубяных волокон) или появляться в процессе формования (у химических волокон).

Важным признаком *химических волокон* является также *наличие/отсутствие матирующего агента* (например, двуокиси титана), который в поле зрения микроскопа имеет вид мелких частиц черного цвета, распределенных внутри волокна.

Указанные признаки оцениваются экспертами как родовые; они используются для предварительной дифференциации волокон с целью отнесения объекта к определенному классифицированному множеству либо для проведения сравнительного исследования. На основании тестирования эксперт делает выводы о совпадении/несовпадении внешних признаков у сравниваемых волокон (бинарный отклик).

Подобные методики качественного тестирования, основанные на бинарном отклике, широко применяются в практике судебной экспертизы. Однако метрологии качественного анализа уделяется недостаточное внимание. По оценке надежности методов в качественном тестировании опубликовано ограниченное число реко-

мендаций¹ и статей в периодических отечественных и зарубежных изданиях [6–13]. При этом большинство публикаций носят дискуссионный характер. Статистические детализированные методы оценки неопределенности или надежности в качественном тестировании пока не разработаны.

Под надежностью (reliability) методики тестирования понимается устойчивость, воспроизводимость результатов теста, многократно повторяемого при различных условиях. Наиболее достоверную оценку надежности можно получить в результате межлабораторного профессионального тестирования [14]. Однако эта процедура достаточно затратна по времени, производственным ресурсам и денежным средствам. Поэтому для оценки надежности данной методики тестирования, являющейся одним из модулей экспертизы волокнистых материалов, использовали вероятностную оценку наличия/отсутствия признаков или свойств, а также компетентности операторов.

Цель данной работы – разработка процедуры валидации путем оценки вероятности долей ложных и правильных результатов тестирования.

Аппаратура и оборудование

Для тестирования методики использовали сравнительный микроскоп марки Leica FS 4000, позволяющий работать в проходящем искусственном свете при увеличении 100–600х и исследовать даже очень тонкие текстильные волокна (толщиной около 0,005 мм). Прибор оснащен цифровой фотокамерой LeicaDFC 450 и компьютерной программой ImageScore для фотосъемки микрообъектов.

Микроскоп Leica FS 4000 не внесен в Государственный реестр средств измерения и не поверяется. Техническое обслуживание микроскопа проводится раз в год специалистами фирмы Leica. Контроль параметров микроклимата в рабочем помещении проводится перед началом работы на приборе.

Микропрепараты волокон готовили в поле зрения стереомикроскопа Leica MZ 125 общепринятым способом в водно-глицериновой среде. Для фиксирования внешнего вида микропрепараты волокон фотографировали при увеличении 400–600х.

¹ EUACHEM/CITAC GUIDE: The Expression of Uncertainty in Qualitative Testing/ Committee Draft. September 2003. LGCN/VAM/2003/048/
P103A2LA Policy on Measurement Uncertainty for Testing Laboratories, American Association for Laboratory Accreditation, 2013.

Объекты тестирования и их внешние признаки

В качестве объектов тестирования использовали образцы натуральных и химических волокон из сравнительной коллекции лаборатории криминалистической экспертизы волокнистых материалов (табл. 1).

Контролируемые в процессе валидации внешние признаки образцов волокон представлены в таблице 2.

Экспериментальная часть

В эксперименте участвовали 4 эксперта, которые в разное время в течение недели проводили независимые микроскопические исследования одиннадцати образцов волокон, характеризующихся разным набором одиннадцати внешних признаков. При этом эксперты использовали один и тот же микроскоп с одинаковой интенсивностью светового потока при одинаковом увеличении.

Таблица 1. Образцы волокон для проведения испытаний

Table 1. Fiber samples for the examination

Номер образца	Волокна
Натуральные	
1	Хлопковые, взятые из белой хлопчатобумажной ткани, окрашенной способом печати, краситель – активный ярко-оранжевый
2	Шерстяные, краситель – хромовый коричневый К, 3%-ный
Химические	
3	Полиакрилонитрильные, неокрашенные
4	Полиэфирные, краситель – дисперсный фиолетовый К, 2,5%-ный
5	Полиамидные, краситель – кислотный темно-синий полиамидный, 3%-ный
6	Гидратцеллюлозные вискозные, краситель – пигмент зеленый KB
7	Вискозные, неокрашенные
8	Вискозные, неокрашенные
9	Полиэфирные, неокрашенные
10	Полиэстер, неокрашенный
11	Полиакрилонитрильные, неокрашенные

Для получения более достоверной оценки надежности методики и компетентности экспертов было проведено два вида испытаний (прямое и обратное). В испытании, названном прямым, эксперты должны были установить признаки у образцов под известными номерами (1–6), а в обратном испытании – по комплексу предложенных признаков определить номер образца (7–11), этими признаками обладающего.

На подготовительном этапе валидации экспертам-операторам были присвоены коды (А, Б, В, Г), а всем образцам волокон – порядковые номера (указаны в табл. 1), которые были проставлены на предметных стеклах с микропрепаратами.

Для записи результатов испытаний были разработаны и размещены в сетевом компьютере лаборатории две электронные

таблицы: для прямого и обратного испытаний. В обеих таблицах были столбцы для указания номера образца и исследуемых признаков. В таблице для прямого испытания для образцов № 1–6 были указаны номера, а столбцы признаков оставались незаполненными. В таблице же для обратного испытания для образцов № 7–11 были указаны их признаки, но не указаны номера. Каждый эксперт-оператор заполнил обе эти таблицы.

На экспериментальном этапе валидации эксперты провели микроскопическое исследование шести образцов в прямом испытании и пяти образцов – в обратном. Наличие/отсутствие признаков у волокон образцов отметили значками «+» и «-» в соответствующих ячейках таблиц.

Таблица 2. Внешние признаки образцов волокон
Table 2. External characteristics of the fiber samples

Номер образца	Исследуемые признаки										
	Цвет	Особенности окраски	Природные волокна		Химические волокна						
			III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
1	Желто-зеленый (+)	ТРК* (+)	-	-	-	+	+	+	+	-	
2	Фиолетовый (+)	Равномерная (+)	-	-	+	-	-	-	-	-	
3	Синий (+)	Равномерная (+)	-	-	-	+	-	-	-	+	
4	Светло-коричневый (+)	Равномерная (+)	-	+	-	-	-	-	-	-	
5	Белый (+)	Неокрашенные (+)	-	-	-	+	-	-	+	-	
6	Оранжевый→белый** (+)	Чередование участков (+)	+	-	-	-	-	-	-	-	
7	Белый (+)	Неокрашенные				-	+	-	+	-	-
8	Белый (+)	Неокрашенные				-	-	+	-	-	-
9	Белый (+)	Неокрашенные				+	-	-	-	-	+
10	Белый (+)	Неокрашенные				+	-	-	-	-	-
11	Белый (+)	Неокрашенные				-	+	-	-	+	-

* – точечное распределение красителя;

** – чередование на волокнах участков разного цвета.

Обозначения признаков:

III – извитые, лентообразные;

IV – цилиндрические с черепицеобразной кутикулой;

V – матированные;

VI – нематированные;

VII – матированные с продольными полосами;

VIII – с продольными полосами;

IX – с одной продольной полосой;

X – гладкие;

XI – профилированные.

Наличие или отсутствие у волокон конкретного признака обозначено знаками «+» и «-», соответственно.

Результаты и обсуждение

Отмечены особенности оценки цвета волокон экспертами при проведении прямого испытания. В некоторых случаях эксперты по-разному оценивали оттенок, насыщенность и светлоту цвета одного и того же объекта. Например, цвет волокон образца № 1 одни определяли как светло-зеленый, другие – как желто-зеленый. Цвет образца № 3 одни определяли как синий, другие – как серо-синий или ярко-синий. При этом основной цвет образцов все определили правильно. Незначительные расхождения в оценке оттенка цвета связаны с особенностями цветового восприятия каждого человека. Подобные расхождения в оттенках цвета не считались ошибочными результатами².

В плане метрологии проведенное микроскопическое исследование включало установление наличия одних конкретных при-

знаков и отсутствия других. В обеих группах полученных данных (зафиксированных результатов тестирования) присутствовали как правильные, так и ложные результаты.

Правильный положительный результат в нашем случае означал, что наличие признака было установлено правильно, а ложный положительный результат – ложное наличие признака. Правильный отрицательный результат означал, что правильно установлено отсутствие признака, а ложный отрицательный результат – ложное отсутствие признака.

Сопоставление данных в каждой из индивидуальных таблиц экспертов с данными таблицы 2 позволяет оценить вероятность ложных и правильных результатов тестирования. Результаты, полученные каждым из экспертов в прямом и обратном испытаниях, и статистика результатов представлены в таблице 3.

Вероятности или показатели долей ложных и правильных результатов рассчитаны по следующим формулам [11, 13]:

показатель ложных положительных результатов:

$$\text{ПЛП} = 100 \cdot n_{\text{лп}} / (n_{\text{лп}} + n_{\text{по}}), \%;$$

Таблица 3. Сводные результаты испытаний и статистические расчеты
Table 3. Summary results of the examination and statistical calculations

Вид результата	Число результатов в двух испытаниях (прямом и обратном)				Всего результатов
	Эксперты				
	А	Б	В	Г	
ПП (правильный положительный)	21+13	19+13	20+13	20+13	132
ПО (правильный отрицательный)	39+27	39+27	38+27	38+27	262
ЛП (ложный положительный)	0+0	1+0	1+0	1+0	3
ЛО (ложный отрицательный)	0+0	1+0	1+0	1+0	3
Статистика правильных и ложных результатов					
Вероятность результата, %	Эксперты				Среднее значение вероятности
	А	Б	В	Г	
ППП (показатель правильных положительных результатов)	100	96,9	97,1	97,1	97,8
ППО (показатель правильных отрицательных результатов)	100	98,5	98,5	98,5	98,9
ПЛП (показатель ложных положительных результатов)	0	1,5	1,5	1,5	1,1
ПЛО (показатель ложных отрицательных результатов)	0	3,0	2,9	2,9	2,2

показатель ложных отрицательных результатов:

$$\text{ПЛО} = 100 \cdot n_{\text{ло}} / (n_{\text{ло}} + n_{\text{пп}}), \%;$$

показатель правильных положительных результатов:

$$\text{ППП} = 100 \cdot n_{\text{пп}} / (n_{\text{пп}} + n_{\text{ло}}), \%;$$

показатель правильных отрицательных результатов:

$$\text{ППО} = 100 \cdot n_{\text{по}} / (n_{\text{по}} + n_{\text{пп}}), \%;$$

где n – число результатов тестирования.

Как видно из данных таблицы 3, вероятности ложных результатов по Методике в целом не превышали 2,2 %, а вероятности правильных результатов близки к 98 %. Это указывает на высокую надежность Методики.

Вероятности ложных результатов у каждого из экспертов не превышали 3,0 %, а вероятности правильных результатов близки к 97 %, что указывает на достаточную компетентность экспертов в части владения приборной базой и применения Методики микроскопического исследования волокон.

По соотношению правильных и ложных результатов тестирования рассчитаны значения отношения правдоподобия LR [11, 13]. Пусть событие A означает наличие признаков (положительные результаты), событие B – отсутствие признаков (отрицательные результаты), событие AB – совокупное наличие одних признаков и отсутствие других.

По данным таблицы 3 можно рассчитать:

– для события A :

$$LR_A = (1 - \text{ПЛО}) / \text{ПЛП} = (1 - 0,022) / 0,011 = 88,9;$$

– для события B :

$$LR_B = (1 - \text{ПЛП}) / \text{ПЛО} = (1 - 0,011) / 0,022 = 44,9.$$

Вероятность правильного результата события AB равна произведению вероятностей ППП и ППО, так как события A и B происходят одновременно:

$$0,978 \times 0,989 = 0,967.$$

Вероятность ложного результата события AB равна сумме вероятностей ПЛП и ПЛО, так как ложный результат события AB будет тогда, когда хотя бы одно из событий (A или B) является ложным: $0,011 + 0,022 = 0,033$.

$$LR_{AB} = (1 - 0,033) / 0,033 = 29,3.$$

Таким образом, как для события наличия признаков (A), так и для события отсутствия признаков (B) вероятность правильных результатов примерно в 45–89 раз выше, чем вероятность ложных результатов, а вероятность правильного результата установления совокупности наличия и отсутствия признаков (AB) примерно в 30 раз выше вероятности ложного результата.

Статистическая оценка результатов, полученных разными экспертами в разных испытаниях в разное время, свидетельствует о воспроизводимости, надежности Методики и компетентности экспертов.

Результаты данного эксперимента отражены в протоколе валидации, рекомендуемая форма которого представлена в таблице 4.

Таблица 4. Протокол валидации
Table 4. The protocol of validation

Методика тестирования	Методика микроскопического исследования волокон
Контролируемые показатели	Внешние признаки волокон: цвет, особенности окраски, морфологические особенности, наличие/отсутствие матирующего агента
Разработчик	ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России (г. Москва)
Спецификация требований экспертизы к методике	Установление внешних признаков волокон с целью их первичной дифференциации или классификации при криминалистической экспертизе волокнистых материалов
Матрица	Волокнообразующий полимер текстильных волокон
Используемые методы определения и аппаратура	Микроскопическое исследование волокон в поле зрения сравнительного микроскопа Leica FS 4000 в проходящем искусственном свете, при увеличении 200–600х
Калибровка прибора	Не требуется
Чувствительность тестирования	Используемая степень увеличения позволяет тестировать очень тонкие волокна (толщиной около 0,005 мм)
Надежность методики	Высокая надежность. Воспроизводимость тестирования: низкая доля (2,2 %) ложных результатов по отношению к общему числу тестирований всех образцов 4 экспертами в двух испытаниях в разное время. Компетентность операторов: доля ложных результатов каждого из них в общем количестве тестирований не превышает 3,0 %. Расчет отношения правдоподобия показывает, что вероятность совокупности правильных результатов в 30 раз выше вероятности совокупности ложных результатов.

Заключение

На основании эксперимента можно сделать вывод, что «Методика микроскопического исследования волокон» позволяет получать надежную воспроизводимую информацию о комплексе внешних признаков

природных и химических текстильных волокон (цвете, особенностях окраски, морфологических особенностях, наличии/отсутствии матирующего агента) и пригодна для использования в судебной экспертизе волокнистых материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнова С.А., Усов А.И., Омелянюк Г.Г., Бебешко Г.И., Король С.Г. Опыт аккредитации судебно-экспертных лабораторий Минюста России на соответствие ИСО/МЭК 17025 // Теория и практика судебной экспертизы. 2011. № 2 (22). С. 40–45.
2. Пучков В.А. Гл. 4. Основные физические и механические свойства волокон (технологические характеристики) / Криминалистическое исследование волокнистых материалов и изделий из них. Вып. 2. Исследование текстильных волокон. (Методическое пособие для экспертов). М.: ВНИИСЭ, 1983. С. 182–202.
3. Пучков В.А. Гл. 5. Система методов исследования текстильных волокон в судебной экспертизе / Криминалистическое исследование волокнистых материалов и изделий из них. Вып. 2. Исследование текстильных волокон. (Методическое пособие для экспертов). М.: ВНИИСЭ, 1983. С. 203–225.
4. Пучков В.А., Сергаева Г.А. Гл. 6. Экспертное исследование природных волокон / Криминалистическое исследование волокнистых материалов и изделий из них. Вып. 2. Исследование текстильных волокон. (Методическое пособие для экспертов). М.: ВНИИСЭ, 1983. С. 226–260.
5. Пучков В.А., Чернов В.П. Гл. 7. Экспертное исследование химических волокон / Криминалистическое исследование волокнистых материалов и изделий из них. Вып. 2. Исследование текстильных волокон. (Методическое пособие для экспертов). М.: ВНИИСЭ, 1983. С. 260–306.
6. Faber N.M., Boqué R., Rius F.X. On the calculation of decision limits in doping control // *Assred. Quality Assur.* 2006. Vol. 11 No. 10. P. 536–538.
<https://doi.org/10.1007/s00769-006-0196-7>
7. Pulido A., Ruisánchez I., Boqué R., Rius F.X. Uncertainty of results in routine qualitative analysis // *Trends Anal. Chem.* 2003. Vol. 22. No. 10. P. 647–654.
<https://doi.org/10.1016/j.trac.2005.04.001>
8. Rios A., Télles H. Reliability of binary analytical response // *Trends Anal. Chem.* 2005. Vol. 24. No. 10. P. 509–515.
<https://doi.org/10.1016/j.trac.2005.03.012>
9. Lendl B., Karlberg B. Advancing from unsupervised, single variable-based to supervised, multivariate-based methods: A challenge for qualitative analysis // *Trends Anal. Chem.* 2005. Vol. 24. No. 6. P. 488–492.
<https://doi.org/10.1016/j.trac.2005.03.010>
10. Pulido A., Ruisánchez I., Boqué R., Rius F.X. Estimating the uncertainty of binary test results

REFERENCES

1. Smirnova S.A., Usov A.I., Omeljanyuk G.G., Bebeshko G.I., Korol S.G. Practice of accreditation of forensic laboratories of the Ministry of Justice of Russia on compliance with ISO/MEK 17025. *Theory and Practice of Forensic Science*. 2011. No. 2 (22). P. 40–45. (In Russ.)
2. Puchkov V.A. Ch. 4. The main physical and mechanical properties of fibers (technological characteristics). In: *Forensic analysis of fibers and products from fibers. Issue 2. Textile fibers examination (Handbook for experts)*. Moscow: VNIISE, 1983. P. 182–202. (In Russ.)
3. Puchkov V.A. Ch. 5. The system of research methods for textile fibers in forensic expertise. In: *Forensic analysis of fibers and products from fibers. Issue 2. Textile fibers examination (Handbook for experts)*. Moscow: VNIISE, 1983. P. 203–225. (In Russ.)
4. Puchkov V.A., Sergaeva G.A. Ch. 6. Expert examination of natural fibers. In: *Forensic analysis of fibers and products from fibers. Issue 2. Textile fibers examination (Handbook for experts)*. Moscow: VNIISE, 1983. P. 226–260. (In Russ.)
5. Puchkov V.A., Chernov V.P. Ch. 7. Expert examination of chemical fibers. In: *Forensic analysis of fibers and products from fibers. Issue 2. Textile fibers examination (Handbook for experts)*. Moscow: VNIISE, 1983. P. 260–306. (In Russ.)
6. Faber N.M., Boqué R., Rius F.X. On the calculation of decision limits in doping control. *Assred. Quality Assur.* 2006. Vol. 11 No. 10. P. 536–538.
<https://doi.org/10.1007/s00769-006-0196-7>
7. Pulido A., Ruisánchez I., Boqué R., Rius F.X. Uncertainty of results in routine qualitative analysis. *Trends Anal. Chem.* 2003. Vol. 22. No. 10. P. 647–654.
<https://doi.org/10.1016/j.trac.2005.04.001>
8. Rios A., Télles H. Reliability of binary analytical response. *Trends Anal. Chem.* 2005. Vol. 24. No. 10. P. 509–515.
<https://doi.org/10.1016/j.trac.2005.03.012>
9. Lendl B., Karlberg B. Advancing from unsupervised, single variable-based to supervised, multivariate-based methods: A challenge for qualitative analysis. *Trends Anal. Chem.* 2005. Vol. 24. No. 6. P. 488–492.
<https://doi.org/10.1016/j.trac.2005.03.010>
10. Pulido A., Ruisánchez I., Boqué R., Rius F.X. Estimating the uncertainty of binary test results

- to assess their compliance with regulatory limits // *Anal. Chim. Acta*. 2002. Vol. 455. P. 267–275.
11. Пантелеймонов А.В., Никитина Н.А., Решетняк Е.А., Логинова Л.П., Бугаевский А.А., Холин Ю.В. Методики качественного анализа с бинарным откликом: метрологические характеристики и вычислительные аспекты // *Методы и объекты химического анализа*. 2008. Т. 3. № 2. С. 128–146.
 12. Мильман Б.Л. Введение в химическую идентификацию. СПб.: ВВМ, 2008. 179 с.
 13. Мильман Б.Л., Конопелько Л.А. Неопределенность результатов качественного химического анализа. Общие положения и бинарные тест-методы // *Журн. аналит. химии*. 2004. Т. 59. № 12. С. 1244–1258.
 14. Омелянюк Г.Г., Бебешко Г.И., Король С.Г. Методические подходы к проведению оценки компетентности судебно-экспертных лабораторий посредством межлабораторного профессионального тестирования // *Теория и практика судебной экспертизы*. 2011. № 4 (24). С. 52–62.
- to assess their compliance with regulatory limits. *Anal. Chim. Acta*. 2002. Vol. 455. P. 267–275.
11. Panteleimonov A.V., Nikitina N.A., Reshetnyak E.A., Loginova L.P., Bugaevskii A.A., Kholin Y.V. Binary response procedures of qualitative analysis: methodological characteristics and calculation aspects. *Methods Objects Chem. Anal.* 2008. Vol. 3. No. 2. P. 128–146. (In Russ.)
 12. Mil'man B.L. *Introduction to forensic identification*. Saint Petersburg: VVM, 2008. 179 p. (In Russ.)
 13. Mil'man B.L., Konopel'ko L.A. Uncertainty of qualitative chemical analysis: General methodology and binary test methods. *Journal of Analytical Chemistry*. 2004. Vol. 59. No. 12. P. 1128–1141. (In Russ.)
 14. Omel'yanyuk G.G., Bebeshko G.I., Korol' S.G. Methodological approaches for assessing the competence of forensic laboratories by interlaboratory proficiency testing. *Theory and Practice of Forensic Science*. 2011. No. 4 (24). P. 52–62. (In Russ.)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Смирнова Светлана Аркадьевна – д. ю. н., профессор, заслуженный юрист Российской Федерации, заслуженный деятель науки Российской Федерации, директор ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России, заведующая кафедрой судебно-экспертной деятельности Юридического института ФГАОУ ВО РУДН; e-mail: info@sudexpert.ru

Бибешко Галина Ивановна – д. т. н., главный научный сотрудник отдела инноваций судебно-экспертной деятельности ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России; e-mail: 109382@mail.ru

Любetskaya Ирина Петровна – ведущий научный сотрудник отдела инноваций судебно-экспертной деятельности ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России; e-mail: lubetsira@mail.ru

Омельянюк Георгий Георгиевич – д. ю. н., доцент, заместитель директора ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России, профессор кафедры судебно-экспертной деятельности ФГАОУ ВО РУДН; e-mail: g.omelyanyuk@sudexpert.ru

Усов Александр Иванович – д. ю. н., профессор, первый заместитель директора ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России; профессор кафедры судебно-экспертной деятельности Юридического института ФГАОУ ВО РУДН; профессор кафедры юриспруденции, интеллектуальной собственности и судебной экспертизы МГТУ им. Н.Э. Баумана, член ААФС; e-mail: a.usov@sudexpert.ru

ABOUT THE AUTHORS

Smirnova Svetlana Arkad'evna – Doctor of Law, Professor, Distinguished Lawyer of the Russian Federation, Distinguished Scholar of the Russian Federation, Director of the Russian Federal Centre of Forensic Science of the Russian Ministry of Justice, Head of the Department of Forensic Expert Activity, Law Institute of RUDN University; e-mail: info@sudexpert.ru

Bebeshko Galina Ivanovna – Doctor of Engineering, Principal Researcher at the Department of Innovations in the Practice of Forensic Science of the Russian Federal Centre of Forensic Science of the Russian Ministry of Justice; e-mail: 109382@mail.ru

Lyubetskaya Irina Petrovna – Leading Researcher at the Department of Innovations in the Practice of Forensic Science of the Russian Federal Centre of Forensic Science of the Russian Ministry of Justice; e-mail: lubetsira@mail.ru

Omel'yanyuk Georgii Georgievich – Doctor of Law, Associate Professor, Deputy Director of the Russian Federal Centre of Forensic Science of the Russian Ministry of Justice; Professor of the Department of Forensic Expert Activity Law Institute of RUDN University; e-mail: g.omelyanyuk@sudexpert.ru

Usov Aleksandr Ivanovich – Doctor of Law, Professor, First Deputy Director of the Russian Federal Centre of Forensic Science of the Russian Ministry of Justice; Professor of the Department of Forensic Expert Activity, Law Institute of RUDN University; Professor of the Jurisprudence, Intellectual Property and Forensic Science Chair, Bauman Moscow State Technical University, member of AAFS; e-mail: a.usov@sudexpert.ru

Статья поступила: 20.04.2019

Received: 20.04.2019