УДК 343.983.7:343.982.323

Е.В. Сучкова, Д.А. Никонец, С.Д. Кулик

ПРОБЛЕМА ЭФФЕКТИВНОСТИ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЛОС ЧЕЛОВЕКА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СУДЕБНО-БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Рассматриваются основные недостатки методов, применяемых в судебно-биологической экспертизе волос человека. Кратко представлен обзор современных исследований в этой области. Приведены экспериментальные оценки сравнительной эффективности двух основных методов криминалистического анализа волос. Для повышения эффективности работы эксперта-криминалиста предлагается использовать комплексный подход, сочетающий в себе последовательное применение морфологического исследования волос и анализа ДНК.

Ключевые слова: судебно-биологическая экспертиза; морфологическое исследование волос; вероятностно-статистическая оценка; идентификация человека; анализ ДНК.

Волосы человека являются одним из объектов, которые служат предметом исследования судебнобиологической экспертизы. По имеющимся сведениям, ранее в среднем за год в России при осмотре места происшествия (ОМП) изымалось около 230-240 тыс. биологических следов, что составляет примерно 16,5% от всех изымаемых следов [1]. В настоящее время количество этих биологических следов увеличилось и составляет около 22,0% от всех следов. Отметим, что в первую очередь это связано с развитием исследования ДНК. Волосы входят в состав исследуемых биологических следов. Однако следователями волосы человека направляются на анализ ДНК значительно реже других объектов, численность молекулярно-генетических экспертиз волос человека составляет 1,9-5% от общей численности объектов, исследуемых этим методом [2]. Имеются сведения о том, что в 2012 г. в биологическом отделении типичного экспертного подразделения [3] экспертизы по исследованию волос составляли 2,5% от общего количества экспертиз, выполненных в отделении. Из них 52,5% составляли экспертизы волос, назначенные по уголовным делам. В основном экспертизы назначались по преступлениям, связанным с убийствами (68,2%), и половыми преступлениями (12,3%). В настоящее время количество проведенных экспертиз и исследований, касающихся морфологического исследования волос, также колеблется в пределах 1,6-2,5 % от общего количества судебных биологических экспертиз.

Криминалистическое исследование волос включает в себя анализ их морфологических признаков. Данное исследование позволяет отнести объект, представленный эксперту на исследование, к волосам, установить его происхождение от человека или животного. В случае происхождения волоса от человека, можно установить область тела, с которой волос был отделен. В дальнейшем, при предоставлении волос с той же области тела, изъятых у проверяемого лица, возможно проведение сравнительного исследования и установление происхождения изъятых волос от конкретного человека. Морфологические признаки волос можно условно разделить на индивидуализирующие (идентификационно значимые) и диагностические. Если при проведении сравнительного исследования волос, представленный на исследование, и сравнительные образцы волос различаются хотя бы по одному из индивидуализирующих признаков, то следует сформулировать вывод о том, что данный волос не происходит от проверяемого лица. В случае если совпадают все индивидуализирующие признаки, то формулируется вывод о том, что данный волос мог произойти от проверяемого лица. Данная формулировка о возможности происхождения объекта иногда встречает критику в лице некоторых экспертов, полагающих, что вывод должен звучать таким образом: «волос, вероятно, произошел от проверяемого лица». С такой формулировкой тоже нельзя вполне согласиться, так как термин «вероятно» вызывает дополнительные вопросы, касающиеся теории вероятности и проведения статистической обработки данных. Однако «вероятностный» вывод не может являться основой для решения суда. В свою очередь, представители следственных органов задают вопрос: если исследуемый объект и сравнительные образцы волос совпали по всем идентификационно значимым признакам, то почему нельзя сформулировать категорический положительный вывод? Ответ на этот вопрос получить непросто и необходимы дополнительные исследования.

В рамках судебно-биологической экспертизы для идентификации человека по волосам в основном применяют два метода исследования: метод анализа ДНК и метод исследования морфологических признаков волос. Анализ ДНК волос бывает двух типов: анализ ядерной ДНК и анализ митохондриальной ДНК волос.

Метод анализа митохондриальной ДНК волос человека также, как и исследование морфологических признаков волос, позволяет сделать вероятностный вывод о происхождении исследуемого волоса от проверяемого лица. А метод анализа ядерной ДНК волос человека позволяет формулировать вывод о происхождении исследуемых волос от конкретного человека в категорической форме, т.е. идентифицировать человека. В отечественной экспертной практике митохондриальная ДНК волос исследуется в редких случаях. В основном проводится анализ ядерной ДНК после получения результатов морфологического исследования волос.

С целью изучения новых подходов к оценке результатов морфологического исследования волос с головы человека при установлении происхождения волоса от проверяемого лица авторами были выполнены необходимые научные исследования, которые кратко представлены в данной статье.

Следует заметить, что за рубежом (в частности в США) до внедрения ДНК анализа волос считалось возможным идентифицировать человека при помощи морфологического исследования волос. Экспертные заключения, в которых сделан такой вывод, часто становились основным доказательством в суде. Так, например, в штате Иллинойс из 285 смертных приговоров, вынесенных судом с 1977 г., по крайней мере в 20 случаях обвинение основывалось на выводах морфологического исследования волос [4].

После внедрения анализа ДНК в экспертную практику появилась возможность не только выполнять исследования с большей точностью, но и пересмотреть ряд ранее принятых ошибочных решений. Так, в США в 1996 г. National Institute of Justice установил 27 случаев, когда для ранее осужденных лиц повторная проверка при помощи анализа ДНК экспертиз, лежащих в основе обвинения, привела к пересмотру дел и даже к оправданию ошибочно осужденных. В 6 случаях из 27 обвинение основывалось в значительной степени на результатах морфологического исследования волос [4].

В 2002 г. эксперты ФБР при помощи анализа митохондриальной ДНК выполнили повторное исследование 170 образцов волос, для которых в 1996-2000 гг. были проведены морфологические исследования [5]. Как показали сравнительные исследования этих методов, метод анализа ДНК волос дает более точные результаты. В результате из 80 случаев, когда ранее был сделан вывод о происхождении исследуемых волос от конкретного человека в категорической форме, в 9 случаях (11%) при помощи анализа ДНК была установлена ошибочность первоначального вывода. Однако следует отметить, что для 17 случаев, когда ранее при морфологическом исследовании был сделан вывод о невозможности происхождения исследуемых волос от конкретного человека в категорической форме, ошибок при помощи анализа ДНК не было обнаружено.

В 2012 г. начался пересмотр около 3 тыс. экспертных заключений, сделанных ранее экспертами ФБР, где применялось морфологическое исследование волос [6]. По сообщениям ФБР на 2015 г. уже пересмотрено около 500 экспертиз. Из 268 экспертиз, по которым было сделан категорический положительный вывод о происхождении исследуемых волос от конкретного человека, в 257 случаях (96%) были приняты научно необоснованные решения. Научно необоснованными считались экспертные заключения, в которых были сделаны ошибки следующих трех типов [Ibid]:

- 1. Необоснованно утверждалось, что исследуемый образец волос произошел от проверяемого лица и происхождение от других лиц категорически исключено.
- 2. Были приведены научно необоснованные значения вероятности происхождения от конкретного лица, «редкости» набора признаков, отношения правдоподобия и т.п.
- 3. В качестве аргументов, «укрепляющих» вывод эксперта, приводились данные о количестве ранее выполненных экспертом экспертиз, количестве ранее изученных образцов волос и т.п.

Как уже отмечалось выше [5], метод анализа ДНК волос дает более точные результаты, чем морфологическое исследование волос. Однако этот метод имеет существенные недостатки: реагенты для анализа ДНК стоят достаточно дорого, в ходе исследования полностью или частично расходуются волосы, а также то, что часто волосы, обнаруженные при осмотрах мест происшествий, не пригодны для анализа ДНК.

Известно [7], что около 95% волос, собираемых при ОМП, находятся в финальной стадии онтогенеза – телоген. В этой стадии волосы уже прекратили рост и легко выпадают. За сутки у человека выпадает около 150 волос [7, 8]. Для выполнения анализа ядерной ДНК волосы в стадии телоген подходят плохо, так как содержат малое количество ядерной ДНК, но хорошо подходят вырванные волосы в стадии активного роста анаген / катаген, имеющие на своем корневом конце волосяную луковицу и остатки волосяного влагалища (т.е., соответственно, около 5% волос, собираемых при ОМП) [Ibid].

Так, К.А. Roberts и др. при проведении типичного для судебной экспертизы STR анализа ядерной ДНК при помощи амплификации (AmpFlSTR® Identifier1 PCR Amplification Kit и PowerPlex® 16 System kit) изучали образцы волос головы, полученных от 24-х человек [9]. Всего было исследовано 34 волоса, из которых 22 вырваны (волосы в стадии роста анаген / катаген) и 12 выпали в стадии роста телоген. Успешный анализ ядерной ДНК был выполнен для 95% волос в стадии роста анаген / катаген (21 из 22) и 0% для волос в стадии телоген.

А в ходе исследования J. Edson и др. [7] изучалась возможность проведения анализа ядерной ДНК волос в стадии роста телоген. Были исследованы 998 волос в стадии телоген, полученных от 136 человек. Использовался метод STR получения ядерной ДНК. В результате исследования было получено, что только 36% волос в стадии телоген содержат ядерную ДНК, у 28% таких волос ядерной ДНК достаточно для получения частичного профиля STR, но только у 6% информации достаточно для выполнения полного STR анализа ядерной ДНК волос. Специалисты считают, что для ДНК анализа волос в стадии телоген более подходит анализ митохондриальной ДНК волос [5]. Так, в исследовании [10] изучалось, насколько типичные волосы подходят для анализа митохондриальной ДНК; использовалась амплификация митохондриальной ДНК при помощи системы LINEAR ARRAYTM duplex PCR. В ходе исследования использовались волосы людей различного возраста из четырех этнических (расовых) групп. Всего в течение 8 месяцев были изучены 2 554 волоса с голов 132 человек. Среди них 1 251 волос был в стадии роста телоген и 1 303 волоса с отсутствующим корнем. В результате исследования оказалось, что митохондриальную ДНК удалось получить из 77,5% волос в стадии роста телоген и только из 65% волос без корней.

Аналогичные исследования выполнялись Т. Melton и др. [11]. В ходе исследований изучалась возможность анализа митохондриальной ДНК для типичных волос из экспертной практики. Исследовались образцы волос, по которым с 1999 по 2001 г. проводился анализ мито-

хондриальной ДНК. Образцы предварительно исследовались при помощи метода STR получения ядерной ДНК или морфологического исследования волос. Если в ходе предварительных исследований было установлено, что не хватает данных для проведения анализа ядерной ДНК, тогда образцы направлялись для исследования митохондриальной ДНК. Всего была выполнена 691 экспертиза. В результате в 570 исследованиях (82,5%) удалось получить «полный профиль митохондриальной ДНК» (митотип), в 71 случае (10,3%) только «частичный профиль», а в 50 случаях (7,2%) данных для выполнения анализа митохондриальной ДНК оказалось недостаточно.

В среднем только около 30% волос, собираемых при ОМП, подходят для анализа ядерной ДНК и, соответственно, для того, чтобы сделать вывод о происхождении исследуемого волоса от конкретного человека в категорической форме (т.е. идентифицировать человека). Также в среднем около 80–90% волос, собираемых при ОМП, подходят для анализа митохондриальной ДНК и, соответственно, для того, чтобы сделать вероятностный вывод о возможности того, что исследуемый волос произошел от проверяемого лица.

Еще одной серьезной проблемой при анализе ДНК является то, что количества ДНК, имеющейся на отдельном волосе, не всегда достаточно для исследования, а объединить изъятые при ОМП волосы в один общий объект для увеличения количества ДНК не всегда возможно, поскольку данные волосы могут происходить из разных источников и в исследуемом объекте может быть обнаружена «смесь» ДНК. Кроме того, «смешанный» характер ДНК может быть вызван присутствием на волосах биологических следов другого человека (например: следы крови на волосах в связи с совершением преступления; случайное загрязнения в результате неправильного изъятия и упаковки волос, при неправильных действиях эксперта и т.п.) [12]. Смешанный характер ДНК затрудняет применение стандартных экспертных методик, а именно смешанный генетический профиль, произошедший от трех и более лиц, не позволяет достоверно интерпретировать полученный результат [11, 12]. Так, в вышеупомянутом исследовании [11] из 691 анализа митохондриальной ДНК в 60 случаях (8,7%) в исследуемых образцах были обнаружены следы ДНК, происходящие из нескольких источников. Причем выявить причину появления таковых следов не удалось.

Некоторые авторы отмечают, что проведение морфологического исследования волос возможно в большинстве случаев, когда из-за различных ограни-

чений применимости нельзя выполнить анализ ДНК. Так, в ходе сравнительного исследования методов анализа митохондриальной ДНК и морфологического исследования волос [5] было получено, что в 6 из 170 случаев (4%) невозможно было выполнить анализ ДНК из-за недостаточности информации, причем для 3 из этих 6 случаев оказалось возможным провести морфологическое исследование волос.

Поэтому специалисты рекомендуют [1, 3–7, 11] последовательное применение двух методов. Сначала анализируют морфологические признаки и, если в результате не исключается возможность того, что исследуемые волосы произошли от проверяемого лица, тогда выполняется анализ ДНК волос. Отмечается [1], что предварительный отбор наиболее подходящих биологических следов повышает долю объектов, подходящих для анализа ДНК. Так, в 14% экспертиз ДНК на исследование поступает от 1 до 3 объектов (в этом случае 84% из них подходят для анализа ДНК), в 48% случаев поступает от 3 до 10 объектов (62% пригодных), а в 38% случаев – более 10 объектов (всего 54% из них пригодны для анализа ДНК) [1].

В ходе морфологического анализа волос специалисты исключают [1-7, 11] волосы животных, объекты волокнистой природы, а также объекты, в отношении которых сделан категорический отрицательный вывод. Следует добавить, что кроме синтетических волокон и волос животных следует исключить любые объекты, похожие на волосы, но не являющиеся волосами (объекты растительного происхождения, паутину и др.). Анализ заключений эксперта показал, что в период с 2005-2015 гг. среди объектов, предоставляемых на экспертное исследование в ЭКЦ МВД России, волосы человека составляют 76%, волосы животных 15%, смесь волос человека и животных - 9% [13]. Комплексный подход исследования предполагает после проведения морфологического анализа волос оценку пригодности оставшихся объектов для анализа ядерной или митохондриальной ДНК и выполнения соответствующих действий. Морфологическое исследование волос научно обосновано и его результаты хорошо согласуются с результатами ДНК анализа, особенно если в ходе морфологического анализа сделан категорический отрицательный вывод [3-7, 11]. Тем не менее, хотя комплексный подход и позволяет получать наиболее полную информацию, даже при назначении комплексного исследования волос не всегда удается избежать формулировки вывода: «...не представляется возможным...» (НПВ) (таблица) [13].

Таблица

Эффективность	примендемых	метолов при	исспеповании	ROTOC

Методы	Выводы, %					
	Диагностический	Категорический отрицательный	Вероятн. положительный	Категорический положительный	НПВ	
Морфологический	36	39	25	-	-	
Морфологический, исследование ДНК	21	36	11	14	18	

Для повышения эффективности оценки результатов морфологического исследования волос с головы человека было принято решение о разработке математической модели для количественной оценки вероятности совпадения наборов признаков в сравнительных образцах волос и у проверяемого лица. В настоящее время в криминалистике используются различные подходы к формированию математических моделей для принятия решения экспертами криминалистами (например, используются нейронные сети [14, 15]). В ходе данной работы была разработана матемамодель тическая получения вероятностностатистической оценки совпадающих частных признаков, характеризующих волосы (вероятность случайного совпадения). Такая модель традиционно используется в отечественной криминалистике [15, 16]. Для получения этой оценки необходима специальная выборка экспериментальных данных. В ходе текущего исследования такая выборка была сформирована, для этого были использованы образцы волос 450 людей мужского и женского пола разных возрастов (от 7 месяцев до 90 лет), проживающих в различных субъектах Российской Федерации. Исследовалось по 50 волос с головы каждого донора (10 волос с каждой области головы: лобной, теменной, правой височной, левой височной, затылочной), всего исследовано 22 500 волос [16, 17].

Для 77 качественных и 9 количественных признаков, характеризующих волосы, были рассчитаны соответствующие им идентификационные значимости. Для образцов волос 48 человек, образующих тестовую выборку, были рассчитаны суммарные идентификационные значимости наборов признаков (профилей) и получены вероятности и соответственно частоты встречаемости этих профилей. Минимальная оценка вероятности появления профиля из тестовой выборки, рассчитанная при коэффициенте доверия $\gamma = 0.99$, равна $P_{\text{мин}} = 7.7 \cdot 10^{-7}$ (т.е. 1 случай из 1,3·106), максимальная оценка вероятности появления профиля — $P_{\text{макс}} = 2.9 \cdot 10^{-2}$ (1 случай из 35), а среднее значение — $P_{\rm cp} = 2.2 \cdot 10^{-5}$ (1 случай из $4.6 \cdot 10^4$). В качестве примера приведем профили из тестовой выборки. Наиболее редкий профиль – $P_{\text{мин}} = 7,7 \cdot 10^{-7}$ (1 случай из $1,3\cdot10^6$):

- 1. Рисунок кутикулы:
 - изломанная;
 - изломанная зазубренная.
- 2. Цвет фона коркового слоя: светло-желто-серый; серо-желтый.
- 3. Цвет пигмента: коричневый; светло-коричневый.
- 4. Размер пигмента: среднезернистый; средне- и крупнозернистый.
- Архитектоника пигмента: отдельные зерна; скопления; цепочки.
- 6. Расположение пигмента: равномерное.

- 7. Наличие обесцвечивания: отсутствует.
- 8. Наличие окрашивания: отсутствует.
- 9. Наличие седеющих волос: отсутствует.
- Наличие повреждений: имеется; дырчатость, продольная исчерченность, отслоение кутикулы, трещина.
- 11. Наличие заболеваний: имеется; бифуркация.
- 12. Наиболее частый профиль из тестовой выборки: $P_{\text{макс}} = 2,9 \cdot 10 2$ (1 случай из 35):
- 13. Рисунок кутикулы: изломанная зазубренная.
- 14. Цвет фона коркового слоя: светло-коричневый с серым оттенком.
- 15. Цвет пигмента: коричневый.
- 16. Размер пигмента: среднезернистый.
- Архитектоника пигмента: отдельные зерна; скопления; тяжи.
- 18. Расположение пигмента: периферическое.
- 19. Наличие обесцвечивания: отсутствует.
- 20. Наличие окрашивания: отсутствует.
- 21. Наличие седеющих волос: отсутствует.
- 22. Наличие повреждений: отсутствует.
- 23. Наличие заболеваний: отсутствует.

При этом всего получилось 24 профиля (50,0%) из тестовой выборки с оценками вероятности появления больше (т.е. встречаются чаще) чем 10^{-3} ; 14 профилей (29,2%) с оценками вероятности от 10^{-3} до 10^{-4} ; 10 профилей (20,8%) с оценками вероятности меньше чем 10^{-4} (от 10^{-4} до $7,7\cdot 10^{-7}$). Возникают вопросы: много это или мало, какой из этого может быть сделан вывод и какое значение оценки частоты профиля достаточно для того, чтобы сделать категорический положительный вывод об идентификации (верификации) человека?

В качестве примера для сравнения можно привести данные по экспертизам ДНК [1]. Согласно этим данным было исследовано более 1 тыс. экспертиз ДНК, выполненных в ЭКЦ МВД России в 1994—2003 гг. В результате в 31,4% экспертиз вероятность случайного совпадения генетического профиля оказалась выше 10^{-3} , в 34,3% — от 10^{-3} до 10^{-6} , в 22,9% — от 10^{-6} до 10^{-9} и только в 11,4% — менее 10^{-9} . Сравнив эти данные с результатами, полученными выше для морфологического анализа волос, можно сделать вывод о том, что в 65,7% случаев вероятность случайного совпадения генетического профиля находится примерно в том же диапазоне

значений, что и вероятность случайного совпадения морфологического профиля волос. И только в 34,3% случаях полученные значения вероятностей случайного совпадения генетического профиля ниже (т.е. более подходящие для идентификации), чем для типичного морфологического профиля волос.

В результате выполненной работы можно сделать вывод, что в большинстве случаев вероятностностатистическая оценка появления морфологических профилей волос не достигает значений, которые позволяют сделать категорический вывод об идентификации человека по волосам.

Однако морфологическое исследование волос научно обосновано и его результаты хорошо согласуются с результатами ДНК анализа, особенно если в ходе морфологического анализа сделан категорический отрицательный вывод.

Несмотря на то, что анализ ядерной ДНК больше подходит для идентификации человека, чем морфоло-

гический анализ волос, следует отметить, что в 2/3 случаев вероятность случайного совпадения генетического профиля находится примерно в том же диапазоне значений, что и вероятность случайного совпадения морфологического профиля волос. И только в 1/3 случаев эта вероятность имеет значения, которые сложно достигнуть при морфологическом анализе волос. Более того, довольно часто возможны случаи, когда выполнить анализ ядерной ДНК невозможно, но при этом морфологический анализ волос выполняется без ограничений.

Для повышения эффективности работы экспертабиолога предлагается использовать комплексный подход к исследованию волос. Комплексный подход сочетает в себе последовательное применение метода морфологического исследования волос и метода исследования ДНК, что позволяет получать наиболее полную криминалистически значимую информацию о волосах человека.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Пименов М.Г. Теоретические и методические основы судебно-генетической экспертизы тканей и выделений человека : автореф. дис. ... канд. юрид. наук. М., 2004. 28 с.
- 2. Кондрашов С.А., Брагина А.Ю., Дукова И.В., Павленко А.В. О практике работы с объектами судебно-генетической экспертизы. // О проблемных вопросах организации производства судебно-медицинских экспертиз: сборник материалов Всерос. науч.-практ. конф. М. : РИО ФГУ РЦСМЭ Минздравсоцразвития России, 2009. С. 322–328.
- 3. Сабурина Л.М., Орлова Л.Н., Казанцева Т.В., Казымова Е.Л., Шишкина Т.Н. Анализ экспертиз по волосам-уликам, изъятым с места происшествия, одежды и других предметов по уголовным делам // Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики (сборник науч.-практ. работ с междунар. участием) / [под ред. В.П. Новоселова, Б.А. Саркисяна, А.Б. Шадымова]. Барнаул; Новосибирск : Параграф, 2012. Вып. 18. (Publication in electronic media: 02.02.2013 under http://journal.forens-lit.ru/node/822).
- 4. Rowe W.F. The current status of microscopical hair comparisons // The Scientific World. 2001. Vol. 1. P. 868–878.
- Houck M.M., Budowle. B. Correlation of microscopic and mitochondrial DNA hair comparisons // Journal of Forensic Science. 2002. Vol. 47 (5). P. 964–967.
- 6. David H.K. Ultracrepidarianism in Forensic Science: The Hair Evidence Debacle // Washington & Lee Law Review Online. 2015. Vol. 72. P. 227–254. (Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=2647430).
- 7. Edson J., Brooks E.M., McLaren C., Robertson J., McNevin D., Cooper A., Austin J.J. A quantitative assessment of a reliable screening technique for the STR analysis of telogen hair roots // Forensic Science International: Genetics. 2013. Vol. 7. P. 180–188.
- Linch C.A., Whiting D.A., Holland M.M. Human hair histogenesis for the mitochondrial DNA forensic scientist // Journal of Forensic Science. 2001. Vol. 46 (4). P. 844–853.
- 9. Andreasson H., Nilsson M., Budowle B., Lundberg H., Allen M. Nuclear and mitochondrial DNA quantification of various forensic materials // Forensic Science International. 2006. Vol. 164. P. 56–64.
- 10. Roberts K.A., Calloway C. Mitochondrial DNA Amplification Success Rate as a Function of Hair Morphology // Journal of Forensic Science. 2007. Vol. 52 (1). P. 40–47.
- Melton T., Dimick G., Higgins B., Lindstrom L., Nelson K. Forensic mitochondrial DNA analysis of 691 casework hairs // Journal of Forensic Science. 2005. Vol. 50 (1). P. 73–80.
- 12. Судебная экспертиза: типичные ошибки / под ред. Е.Р. Россинской. М.: Проспект, 2014. 544 с.
- 13. Сучкова Е.В. Судебно-экспертное исследование волос человека и животных. М.: Юрлитинформ, 2015. 232 с.
- 14. Кулик С.Д., Никонец Д.А. Автоматизация классификационно-диагностических почерковедческих исследований с помощью нейронных сетей // Информационные технологии. 2012. № 1. С. 70–75.
- Kulik S., Nikonets D. Forensic Handwriting Examination and Human Factors: Improving the Practice through Automation and Expert Training //
 Proc. 2016 Third International Conference on Digital Information Processing, Data Mining, and Wireless Communications (DIPDMWC), 2016.
 P. 221–226.
- 16. Сучкова Е.В., Кулик С.Д., Никонец Д.А. Оценка возможности применения статистической обработки результатов исследования при производстве судебной биологической экспертизы волос с головы человека // Вестник Нижегородской академии МВД России. 2019. № 2 (46). С. 164—169.
- 17. Сучкова Е.В., Кулик С.Д., Никонец Д.А. Статистическая оценка результатов исследования морфологических признаков волос с головы человека при производстве судебной экспертизы // Библиотека криминалиста: научный журнал. 2017. № 6 (35). С. 231–235.

Статья представлена научной редакцией «Право» 17 августа 2019 г.

The Problem of Efficiency of Microscopic Human Hair Analysis in the Forensic Biological Examination

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Journal, 2020, 450, 246–251.

DOI: 10.17223/15617793/450/30

Elena V. Suchkova, Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation (Moscow, Russian Federation). E-mail: evsuchkova@mail.ru

Denis A. Nikonets, MRFK LTD (Moscow, Russian Federation). E-mail: denis_n@mail.ru

Sergey D. Kulik, National Research Nuclear University MEPhI (Moscow, Russian Federation). E-mail: sedmik@mail.ru

Keywords: forensic biological examination; microscopic hair analysis; probability evaluation; forensic identification; DNA analysis.

The main aim of this research work is to study new approaches to assessing the results of forensic microscopic analysis of the investigated person's hair, which will improve the effectiveness of forensic biological examination of human hair. The forensic examination of human hair includes an analysis of their morphological characteristics. If all individualising features coincide, a conclusion can be drawn that this very hair probably belongs to the investigated person. However, a "probabilistic" conclusion cannot be the basis for a court decision. A mathematical model for assessing the probabilistic-statistical estimate of the set of matching features that characterise human hair (random match probability) has been developed to improve the evaluation of the forensic microscopic hair analysis. The identification significance (rarity) has been estimated for all morphological features characterising human hair. The aggregated identification significance of the set of matching features (morphological hair profile) has been estimated, and the probability and the frequency of morphological hair profiles have been evaluated for a control dataset of hair samples. As a result of the work, it can be concluded that, in most cases, the probabilistic-statistical estimate of appearance of morphological profiles of human hair does not give us precise data to make an unequivocal positive conclusion in the identification of a person by hair. However, the microscopic hair analysis is scientifically justified, and its results have a good correlation with the results of the DNA analysis, especially if the analysis made an unequivocal negative conclusion. The most accurate method of forensic hair analysis is the DNA analysis. However, despite the fact that the nuclear DNA analysis is more suitable for an identification of a person by hair than the microscopic hair analysis, it should be noted that, in two-thirds of cases, the probability of appearance of a genetic profile is in the same range of values as the probability of appearance of a morphological profile of human hair. Only in one-third of cases, this probability has values that are difficult to achieve in the microscopic hair analysis. Moreover, there are situations when it is impossible to perform the DNA analysis, but the microscopic analysis of human hair can be done without any restriction. As a result, it is concluded that, to increase the expert biologist's efficiency, it makes sense to use an integrated approach to the forensic examination of human hair. The integrated approach combines a consistent application of the method of the microscopic analysis of human hair and the method of the DNA hair analysis, which allows obtaining the most compete forensic information on human hair.

REFERENCES

- 1. Pimenov, M.G. (2004) *Teoreticheskie i metodicheskie osnovy sudebno-geneticheskoy ekspertizy tkaney i vydeleniy cheloveka* [Theoretical and Methodological Foundations of the Forensic Genetic Examination of Human Tissues and Secretions]. Abstract of Law Cand. Diss. Moscow.
- 2. Kondrashov, S.A., Bragina, A.Yu., Dukova, I.V. & Pavlenko, A.V. (2009) O praktike raboty s ob'ektami sudebno-geneticheskoy ekspertizy. [On the Practice of Working With Objects of Forensic Genetic Examination]. *O problemnykh voprosakh organizatsii proizvodstva sudebno-meditsinskikh ekspertiz* [On the Problems of Organising Forensic Medical Examinations]. Proceedings of the All-Russian Conference. Moscow: RIO FGU RTsSME Minzdravsotsrazvitiya Rossii. pp. 322–328. (In Russian).
- 3. Saburina, L.M. et al. (2012) Analiz ekspertiz po volosam-ulikam, iz"yatym s mesta proisshestviya, odezhdy i drugikh predmetov po ugolovnym delam [Analysis of Examinations on Hair Evidence Collected From the Crime Scene, Clothes and Other Items in Criminal Cases]. In: Novoselov, V.P. et al. (eds) Aktual'nye voprosy sudebnoy meditsiny i ekspertnoy praktiki [Topical Issues of Forensic Medicine and Expert Practice]. Is. 18. Barnaul; Novosibirsk: Paragraf. [Online] Available from: http://journal.forens-lit.ru/node/822.
- 4. Rowe, W.F. (2001) The Current Status of Microscopical Hair Comparisons. The Scientific World. 1. pp. 868-878.
- 5. Houck, M.M. & Budowle, B. (2002) Correlation of Microscopic and Mitochondrial DNA Hair Comparisons. *Journal of Forensic Science*. 47 (5). pp. 964–967.
- 6. David, H.K. (2015) Ultracrepidarianism in Forensic Science: The Hair Evidence Debacle. Washington & Lee Law Review Online. 72. pp. 227-254.
- 7. Edson, J. et al. (2013) A Quantitative Assessment of a Reliable Screening Technique for the STR Analysis of Telogen Hair Roots. *Forensic Science International: Genetics*. 7. pp. 180–188.
- 8. Linch, C.A., Whiting, D.A. & Holland, M.M. (2001) Human Hair Histogenesis for the Mitochondrial DNA Forensic Scientist. *Journal of Forensic Science*. 46 (4). pp. 844–853.
- Andreasson, H. et al. (2006) Nuclear and Mitochondrial DNA Quantification of Various Forensic Materials. Forensic Science International. 164. pp. 56–64.
- 10. Roberts, K.A. & Calloway, C. (2007) Mitochondrial DNA Amplification Success Rate as a Function of Hair Morphology. *Journal of Forensic Science*. 52 (1), pp. 40–47.
- 11. Melton, T. et al. (2005) Forensic Mitochondrial DNA Analysis of 691 Casework Hairs. Journal of Forensic Science. 50 (1), pp. 73-80.
- 12. Rossinskaya, E.R. (ed.) (2014) Sudebnaya ekspertiza: tipichnye oshibki [Forensic Examination: Typical Errors]. Moscow: Prospekt.
- 13. Suchkova, E.V. (2015) Sudebno-ekspertnoe issledovanie volos cheloveka i zhivotnykh [Forensic Examination of Human and Animal Hair]. Moscow: Yurlitinform.
- 14. Kulik, S.D. & Nikonets, D.A. (2012) Using Neural Networks for Writer Sex and Age Identification. Informatsionnye tekhnologii Information Technologies. 1. pp. 70–75. (In Russian).
- 15. Kulik. S. & Nikonets, D. (2016) Forensic Handwriting Examination and Human Factors: Improving the Practice through Automation and Expert Training. Proc. 2016 Third International Conference on Digital Information Processing, Data Mining, and Wireless Communications (DIPDMWC). pp. 221–226.
- 16. Suchkova, E.V., Kulik, S.D. & Nikonets, D.A. (2019) Evaluation of the Possibility of Statistical Processing of the Results of the Forensic Microscopical Analysis of the Human Hair. Vestnik Nizhegorodskoy akademii MVD Rossii Journal of Nizhny Novgorod Academy of Ministry of Internal Affairs of Russia. 2 (46). pp. 164–169. (In Russian).
- 17. Suchkova, E.V., Kulik, S.D. & Nikonets, D.A. (2017) Statisticheskaya otsenka rezul'tatov issledovaniya morfologicheskikh priznakov volos s golovy cheloveka pri proizvodstve sudebnoy ekspertizy [Statistical Estimation of the Results of the Study of Morphological Signs of Hair From a Human Head During thef Forensic Examination]. *Biblioteka kriminalista: nauchnyy zhurnal.* 6 (35). pp. 231–235.

Received: 17 August 2019