

Д. В. Бахтеев

Уральский государственный
юридический университет им. В. Ф. Яковлева
(Екатеринбург)

ПРЕДЭКСПЕРТНАЯ ВЕРИФИКАЦИЯ ПОДЛОЖНЫХ ПОДПИСЕЙ: ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ И МАШИННЫЙ ПОДХОДЫ*

В работе приводится общая характеристика экспертных и предэкспертных (оперативных) исследований подписей как основного реквизита юридически значимых документов; методов офлайн- и онлайн-распознавания подделки подписей. Приводятся примеры случаев, когда может потребоваться такая верификация, раскрываются статистические данные вероятностей совершения ошибок человеком и интеллектуальной системой. Описывается эксперимент по определению точности распознавания подлога подписи человеком и системой искусственного интеллекта. В ходе эксперимента была установлена средняя правильность верификации рукописных подписей человеком, составившая 61,18 %. Приводится соотношение ложноположительных и ложноотрицательных ошибок при верификации подписей как человеком, так и интеллектуальной системой.

Раскрываются отдельные элементы научного проекта NSP-SigVer, в рамках которого разрабатывается система верификации подписей на основе технологии искусственных нейронных сетей: гипотеза, содержание датасета, статистические результаты экспериментов с технологией искусственных нейронных сетей, позиционирование проекта в системе научной конкуренции. Автор заключает, что выводы систем такого рода имеют ориентирующее, но не доказательственное значение, и что человек оценивает эти выводы субъективно. В статье также описывается логика оценки вероятности подлинности подписи, предлагаемой интеллектуальной системой.

Ключевые слова: подписи, подлог подписи, почерковедение, распознавание подписи, NSP, почерковедческая экспертиза, проверка документов

Для цитирования

Бахтеев Д. В. Предэкспертная верификация подложных подписей: человеческий и машинный подходы // Российское право: образование, практика, наука. 2023. № 4. С. 4–10. DOI: 10.34076/2410_2709_2023_4_4.

УДК 343.98

DOI: 10.34076/2410_2709_2023_4_4

Подлог документов в виде внесения заведомо ложных реквизитов в их форму является одной из наиболее распространенных форм правонарушений в судопроизводстве, в первую очередь гражданском и арбитражном, что, однако, не исключает наличия данной проблемы в уголовном и административном процессе. Подложные документы встречаются также в деятельности кадровых подразделений, служб безопасности различных коммерческих организаций. Цель их

создания неоднозначна. Лицо может выполнять подлог, стремясь исказить содержание передаваемой информации, например в целях последующего отрицания факта подписания документа, либо же действовать де-факто добросовестно (например, в случае, когда секретарь подписывает договор за директора с его согласия при его отсутствии на рабочем месте).

Наиболее распространенным объектом подлога является рукописная подпись. В криминалистике, в первую очередь зарубежной, выделяют квалифицированные (*skilled*) и простые подложные подписи, а также авто-

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-78-10011, URL: <https://rscf.ru/project/23-78-10011>.

подлоги. В последнем случае исполнителем подписи является ее владелец, а цель такого действия – отказ в будущем от признания подписи подлинной. В отношении квалифицированных и простых подложных подписей существует дискуссия. В работах группы Л. Г. Хейфманна [Hafemann, Sabourin, Oliveira 2017], Д. Импедово и Г. Пирло [Impedovo, Pirlo 2008], в том числе в обзорных статьях [Leclerc, Plamondon 1994], простыми называют подложные подписи, выполненные без знания о том, как выглядит оригинальная, а квалифицированными – выполненные с наличием такого знания. Данная позиция видится не вполне корректной: ситуация, когда у правонарушителя нет данных о подписи объекта и подложная подпись изготавливается не путем копирования, а с нуля, творчески, представляется крайне маловероятной, хотя иногда и встречается. Примером тому могут служить «фантомные» подписи [Кабанов, Цветкова 2022], т. е. подписи, выполненные от имени несуществующего субъекта и предназначенные, как правило, для потенциального отрицания факта законного подписания документа.

Думается, что дифференциацию между квалифицированными и простыми подписями следует проводить именно по критерию квалификации лица, выполняющего имитацию (подлог) подписи. С позиций опыта и логики выполнения подписей лица, способные выполнить квалифицированную имитацию, могут быть дифференцированы на две условные группы: «художники» и «криминалисты». Первые, обладая художественным мышлением, способны создавать в своей памяти цельный образ поддельваемой подписи и затем переносить его на бумагу. Вторые же с помощью знаний о системе общих и частных признаков подписи, способах ее подлога могут поэлементно «воспроизводить» эту систему в поддельваемом документе.

Исследование спорных документов является задачей криминалистического почерковедения. Верификация реквизита может рассматриваться с двух сторон: как установление подлинности или как установление того, что отсутствуют признаки подлога. Можно выделить два уровня верификации подписи (равно как и других реквизитов документов): оперативную проверку документа (в том числе сличение достоверно подлинного до-

кумента со спорным), а также экспертное исследование спорного документа [Козочкин, Рыбалкин 2016: 127]. В первом случае субъектом распознавания признаков возможного подлога часто является лицо, не обладающее соответствующими знаниями и навыками, во втором – носитель специальных знаний в лице эксперта-криминалиста с допуском к проведению почерковедческих исследований. Соответственно, исследование подложных документов может быть оперативным (предэкспертным) либо экспертным.

Предэкспертные исследования подписи, как правило, требуют оперативности и относятся к профессиональной деятельности следователя, оперативного сотрудника, судьи, представителей банковских, страховых, нотариальных и иных структур – т. е. субъектов, к функциям которых относится первичное восприятие документов и их реквизитов, в том числе и на предмет их подложности. Подозрения в последнем случае могут оказаться как беспочвенными, так и вполне обоснованными. Точности принятия решений, а как следствие – экономии времени и ресурсов на дополнительные проверочные процедуры, такие как назначение и производство судебной почерковедческой экспертизы, может способствовать интеллектуальная система, помогающая в принятии решений относительно подписи как реквизита юридически значимого документа. Отметим также, что большинство классических и современных исследований в области почерковедения ориентировано на судебного эксперта, в то время как задача криминалистической науки, в числе прочего, – предоставить полезный и удобный инструментарий всем своим субъектам.

Современные направления множества криминалистических исследований опираются на интеллектуальную обработку цифровых объектов. Почерковедение не стало исключением и постепенно адаптирует разнообразные автоматизированные системы, в том числе на основе искусственных нейронных сетей [Бахтеев 2020]. Такие интеллектуальные методы распознавания подлога могут применяться онлайн и офлайн [Huang, Xue, Liu 2023; Radhika, Gopika 2014]. В первом случае обработке подлежат динамические признаки выполнения подписи как сложного трехмерного процесса, т. е. фиксируется не только итоговая подпись, но

и процесс ее выполнения. Это делается с помощью видеозаписи или при использовании сенсорных экранов (человек ставит подпись не на бумаге, а на дисплее). Офлайн-распознавание лучше отражает прикладные ситуации работы с документами: в этом случае обрабатывается только подпись как итоговое графическое изображение, процесс ее выполнения исследуется опосредованно. Разумеется, с точки зрения юридической практики абсолютное большинство методов должно быть ориентировано на офлайн-распознавание: правоприменитель часто имеет дело с итоговым документом, содержащим рукописную подпись, подлинность которой может вызывать сомнения.

С точки зрения юридической практики абсолютное большинство методов должно быть ориентировано на офлайн-распознавание

Примером внедрения автоматизации в почерковедческие экспертизы является экспериментальный проект, который представляет собой основанную на сиамских искусственных нейросетях интеллектуальную систему *NSP-SigVer*, предназначенную для офлайн-распознавания подлога подписи [Bakhteev, Sudarikov 2020]. Проект реализуется с 2018 г. на кафедре криминалистики Уральского государственного юридического университета им. В. Ф. Яковлева.

Проверяемая экспериментальная гипотеза выглядит следующим образом. Оригинальные подписи у разных людей обладают разной степенью вариационности. При этом чем устойчивее общие и частные признаки подписи, тем меньше их вариационность и тем более они значимы для отражения свойств конкретного почерка. При анализе большого количества подписей среднее значение этой вариационности вполне можно установить и таким образом определить для каждой подписи «нормализованное состояние», отражающее большинство ее частных признаков. Нормализованное состояние подложной подписи будет отличаться от нормализованного состояния подписи оригинальной. При накоплении опыта система на основе искусственной нейронной сети должна научиться

отличать подлинную подпись от поддельной путем сравнения достоверно подлинной подписи со спорной.

В качестве очевидного объекта для сравнения, используемого с целью установить критерии эффективности системы, в данном случае выступает человек как субъект оперативного распознавания подлога подписи. В связи с этим в рамках проекта было организовано специальное анкетирование, направленное на выявление показателей распознавания подлинных и подложных подписей людьми.

Вероятность успешности такого действия напрямую зависит от опыта и специальной подготовки человека, а также от качества самого подлога. Каждому из 258 респондентов предлагалась анкета, включавшая форму для сбора установочных показателей: пола; возраста; уровня образования; наличия подготовки в области почерковедения, исследования документов или в смежных областях; субъективной оценки собственных навыков респондента по выявлению подлога подписи. Далее предлагалось засечь время (анкета являлась хронометрируемой: выяснению подлежало также среднее время сопоставления подписей), за чем следовал набор из десяти комплектов по пять подписей, одна из которых была достоверно подлинная, а подлинность остальных четырех нужно было попытаться установить на основе их визуального сравнения. Разумеется, выборка не вполне достаточна для полноценного экспериментального анкетирования, к тому же сравнивались напечатанные изображения, лишённые объема и, соответственно, не дающие возможности сличить нажим и наклон пишущего прибора. Однако, как показывает опыт автора и его коллег, в большинстве случаев при предэкспертной проверке документов внимания на детали исполнения подписи почти не обращается, а сами подписи сравниваются исключительно визуально, без, например, просмотра на просвет или при косопадающем освещении.

В итоге анкетирования средняя самооценка эффективности распознавания подлога подписи у респондентов составила 4,72 балла из 10, а правильность распознавания – 61,18 %. Это позволяет сделать вывод о том, что люди распознают подлог подписи значительно лучше, чем оценивают свой соответствующий навык. Отметим, что лица со специальной почерковедческой подготов-

кой оценили свои способности выше – как 6,61 из 10, а правильность распознавания для этой категории респондентов выросла не столь значительно, до 70,19 %.

Анкетирование проводилось также с фиксацией времени. В среднем на заполнение всей анкеты респонденты тратили 8 минут 25 секунд, т. е. примерно 8 секунд на одно сравнение пары подписей. Отметим также, что респонденты, чья правильность распознавания составила 75 % и более, использовали больше времени: в среднем 9 минут 10 секунд.

Учитывая приведенные результаты верификации, следует рассмотреть феномен ошибок при осуществлении этой операции человеком. Аналогичная система ошибок характерна для современных интеллектуальных систем. Для целей настоящего исследования наибольший приоритет имеют ложноположительные и ложноотрицательные ошибки. В первом случае респондент воспринимает оригинальную подпись как подложную, во втором – наоборот. С точки зрения юридической практики ложноположительные ошибки обычно более заметны и потому менее критичны: при совершении такой ошибки будут задействованы дополнительные средства проверки документа: обращение к более опытному коллеге, службе безопасности организации, назначение исследования специалиста или экспертного исследования. Ложноотрицательные ошибки намного более латентны. Соотношение ложноположительных и ложноотрицательных ошибок для верификации подписей человеком по итогам эксперимента – 75 % к 25 % соответственно.

Приведенные данные следует оценивать критично: в реальной практике человек, как правило, предполагает, что все реквизиты документа подлинны, а во время описываемого анкетирования респонденты могли догадаться, что среди предъявляемых подписей есть подложные (точное количество подложных подписей респондентам известно не было). Таким образом, приведенные параметры нужно оценивать как *завышенные*.

Другим важным аспектом разработки интеллектуальной системы является ее датасет. Как известно, качество принятия решений человеком во многом зависит от его опыта. Сходным образом работа интеллектуальной системы определяется содержанием датасета для обучения. В рамках этого проекта был

собран первый в мире датасет, содержащий кириллические подписи. С учетом направленности проекта на распознавание подлога система должна обучаться в том числе и на подложных подписях.

В описываемом проекте большинство лиц, осуществлявших подделку, были либо профессиональными художниками, либо экспертами-почерковедами. В обоих случаях профессиональные навыки позволяли крайне внимательно скопировать подпись-оригинал (в то время как в простых подделках участники эксперимента упускали из виду ту или иную характеристику поддельваемой подписи). Практика разделения группы лиц, осуществляющих в ходе почерковедческих исследований подложные (смонтированные) подписи, известна: так, она упоминается в работах Г. В. Черепенко [Черепенко 2020] и группы Л. Г. Хейфмана.

По состоянию на август 2023 г. датасет NSP является крупнейшей в мире базой естественных подписей, т. е. выполненных без автоматической генерации. В датасет NSP входят изображения подписей 625 человек, включающие в сумме 107 676 изображений, среди которых 34 881 относится к оригинальным подписям, а 72 795 – к соответствующим им подложным. Так, в следующем по размеру датасете с изображениями сгенерированных подписей 330 человек содержится всего 51 849 подписей, из которых 23 049 относятся к оригинальным, а 28 800 – к подложным [Vargas, Ferrer, Travieso et al. 2007].

Сегодня эксперимент продолжается путем наращивания и сравнения разных моделей обучения искусственной нейронной сети, средняя точность искусственной интеллектуальной системы сейчас составляет 92 %, что значительно превышает аналогичные человеческие показатели. Распределение ошибок: ложноположительные – 42 %, ложноотрицательные – 58 %, т. е. интеллектуальная система в настоящее время более склонна к ложноотрицательным ошибкам.

Отметим, что при сравнении двух подписей система не принимает решение за человека, а лишь предлагает ему свою оценку вероятности совпадения подписей, т. е. выполнения их одним лицом. Критерии принятия решения, т. е. распределение диапазонов вероятностей относительно вариантов решений, остаются за человеком: к примеру, для одного субъекта оценка в 85 % будет

достаточной для признания документа корректным, для другого тот же процент будет основанием для проведения дополнительной проверки.

Наиболее перспективной формой прикладного использования описываемой системы является мобильное приложение: современный смартфон обладает достаточными характеристиками камеры и скоростью обращения к удаленному серверу (на котором осуществляется обработка загруженных изображений подписи искусственными нейросетями). Отметим, что в криминалистической литературе прорабатывается концепция работы с оцифрованными почерковыми объектами [Мещеряков, Пошвин, Цурлуй 2019], однако в настоящем проекте речь идет именно о предэкспертном исследовании спорного документа. Соответственно, требования к качеству оцифровки подписи могут быть значительно более щадящими, а результат такой ав-

томатизированной проверки не может иметь иного значения, кроме ориентирующего.

На основании всего изложенного можно сделать вывод о том, что разработка интеллектуальных систем, направленных на определение подлинности или подложности спорного образца подписи, является очень актуальной и востребованной. Актуальность данного направления объясняется технико-технологической возможностью его реализации в совокупности со значительными показателями эффективности искусственной системы. Востребованность же вызвана высокой частотой возникновения ситуаций, в которых необходимо выявить подлог, причем не только в работе юристов, но и в других областях человеческой деятельности, где происходят прием и обработка документов. Таким образом, дальнейшее развитие проектов такого рода и развитие рассмотренной сферы в других направлениях имеют общесоциальное значение.

Список литературы

Bakhteev D. V., Sudarikov R. NSP Dataset and Offline Signature Verification // Quality of Information and Communications Technology: 13th International Conference, QUATIC 2020 / ed. by M. Shepperd, F. Brito e Abreu, A. Rodrigues da Silva et al. Cham: Springer, 2020. P. 41–49. DOI: 10.1007/978-3-030-58793-2_4.

Hafemann L. G., Sabourin R., Oliveira L. S. Offline Handwritten Signature Verification-Literature Review // 2017 Seventh International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications (IPTA 2017). Montreal: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2017. P. 1–8.

Huang J., Xue Y., Liu L. Dynamic Signature Verification Technique for the Online and Offline Representation of Electronic Signatures in Biometric Systems. 2023 // URL: <https://www.mdpi.com/2227-9717/11/1/190> (дата обращения: 20.08.2023). DOI: 10.3390/pr11010190.

Impedovo D., Pirlo G. Automatic Signature Verification: The State of the Art // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews). 2008. Vol. 38. P. 609–635.

Leclerc F., Plamondon R. Automatic Signature Verification: The State of the Art – 1989–1993 // International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence. 1994. Vol. 8. P. 643–660.

Radhika K. S., Gopika S. Online and Offline Signature Verification: A Combined Approach // Procedia Computer Science. 2015. № 46. P. 1593–1600. DOI: 10.1016/j.procs.2015.02.089.

Vargas F., Ferrer M., Travieso C. et al. Off-Line Handwritten Signature GPDS-960 Corpus // Ninth International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2007). Curitiba: IEEE Computer Soc., 2007. P. 764–768. DOI: 10.1109/ICDAR.2007.4377018.

Бахтеев Д. В. Искусственный интеллект в следственной деятельности: задачи и проблемы // Российский следователь. 2020. № 9. С. 3–6.

Кабанов А. В., Цветкова А. Д. Исследование подписей, выполненных от имени других лиц // Российское право: образование, практика, наука. 2022. № 4. С. 92–100. DOI: 10.34076/2410_2709_2022_4_92.

Козочкин В. М., Рыбалкин Н. А. Судебно-почерковедческая экспертиза подписей, выполненных с подражанием подписям другого лица // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. 2016. № 4. С. 125–130.

Мещераков В. А., Пошвин А. Л., Цурлуй О. Ю. К вопросу об исследовании подписи по электрофотографическим копиям документов // Эксперт-криминалист. 2019. № 2. С. 8–10.

Черепенко Г. В. Установление пригодности копии рукописного реквизита для исследования при производстве почерковедческой экспертизы // Эксперт-криминалист. 2020. № 4. С. 32–34.

Дмитрий Валерьевич Бахтеев – доктор юридических наук, профессор кафедры криминалистики Уральского государственного юридического университета им. В. Ф. Яковлева. 620137, Российская Федерация, Екатеринбург, ул. Комсомольская, д. 21. E-mail: Dmitry.bakhteev@gmail.com.

ORCID: 0000-0002-0869-601X

Pre-Expert Verification of Forged Signatures: Human and Machine Approaches

The paper provides a general description of expert and pre-expert (operational) studies of signatures as the main requisite of legally significant documents, considers offline and online methods for recognizing forged signatures. Examples of cases where such verification may be required are given; statistical data on the probabilities of mistakes by a person and an intelligent system are disclosed. An experiment to determine the accuracy of recognition of a forged signature by a person and an artificial intelligence system is described, during which the average accuracy of verification of handwritten signatures by a person was established, which amounted to 61,18 %. The ratio of false positive and false negative errors in the verification of signatures by both a human and an intelligent system is given.

Separate elements of the NSP-SigVer scientific project are disclosed, within the framework of which a signature verification system based on artificial neural networks technology is being developed. The author reveals hypothesis setting, dataset content, statistical results of experiments with artificial neural networks technology, project positioning in the system of scientific competition. The author finds that the conclusions of systems of this kind have an orienting, but not evidentiary value, and that a person evaluates these conclusions subjectively. The paper also describes the logic of evaluating the probability of authenticity of a signature offered by an intelligent system.

Keywords: signatures, signature forgery, handwriting signature verification, NSP, handwriting examination, document verification

Recommended citation

Bakhteev D. V. Predekspertnaya verifikatsiya podlozhnykh podpisei: chelovecheskii i mashinnyi podkhody [Pre-Expert Verification of Forged Signatures: Human and Machine Approaches], *Rossiiskoe pravo: obrazovanie, praktika, nauka*, 2023, no. 4, pp. 4–10, DOI: 10.34076/2410_2709_2023_4_4.

References

Bakhteev D. V. Iskusstvennyi intellekt v sledstvennoi deyatelnosti: zadachi i problemy [Artificial Intelligence in Investigative Activities: Tasks and Problems], *Rossiiskii sledovatel'*, 2020, no. 9, pp. 3–6.

Bakhteev D. V., Sudarikov R. *NSP Dataset and Offline Signature Verification*, Shepperd M., Brito e Abreu F., Rodrigues da Silva A. et al. (eds.) *Quality of Information and Communications Technology: 13th International Conference, QUATIC 2020*, Cham, Springer, 2020, pp. 41–49, DOI: 10.1007/978-3-030-58793-2_4.

Черепенко Г. В. Установление пригодности копии рукописного реквизита для исследования при производстве почерковедческой экспертизы [The Establishment of Usability of a Copy of Handwritten Document Details for Analysis in Carrying out of a Handwriting Expert Examination], *Ekspert-kriminalist*, 2020, no. 4, pp. 32–34.

Hafemann L. G., Sabourin R., Oliveira L. S. *Offline Handwritten Signature Verification – Literature Review*, 2017 *Seventh International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications (IPTA 2017)*, Montreal, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2017, pp. 1–8.

Huang J., Xue Y., Liu L. *Dynamic Signature Verification Technique for the Online and Offline Representation of Electronic Signatures in Biometric Systems*, 2023, available at: <https://www.mdpi.com/2227-9717/11/1/190> (accessed: 20.08.2023), DOI: 10.3390/pr11010190.

Impedovo D., Pirlo G. Automatic Signature Verification: The State of the Art, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 2008, vol. 38, pp. 609–635.

Kabanov A. V., Tsvetkova A. D. Issledovanie podpisov, vyvolnennykh ot imeni drugikh lits [Research of Signatures Made on Behalf of Other Persons], *Rossiiskoe pravo: obrazovanie, praktika, nauka*, 2022, no. 4, pp. 92–100, DOI: 10.34076/2410_2709_2022_4_92.

Kozochkin V. M., Rybalkin N. A. Sudebno-pocherkovedcheskaya ekspertiza podpisov, vyvolnennykh s podrazhaniem podpisov drugogo litsa [Forensic Handwriting Examination Signatures Made Imitated Signatures Other Person], *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomicheskie i yuridicheskie nauki*, 2016, no. 4, pp. 125–130.

Leclerc F., Plamondon R. Automatic Signature Verification: The State of the Art – 1989–1993, *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 1994, vol. 8, pp. 643–660.

Meshcheryakov V. A., Poshvin A. L., Tsurlui O. Yu. K voprosu ob issledovanii podpisov po elektrofotograficheskimi kopiyami dokumentov [On Signature Analysis Using Electrophotographic Document Copies], *Ekspert-kriminalist*, 2019, no. 2, pp. 8–10.

Radhika K. S., Gopika S. Online and Offline Signature Verification: A Combined Approach, *Procedia Computer Science*, 2015, no. 46, pp. 1593–1600, DOI: 10.1016/j.procs.2015.02.089.

Vargas F., Ferrer M., Travieso C. et al. *Off-Line Handwritten Signature GPDS-960 Corpus*, *Ninth International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2007)*, Curitiba, IEEE Computer Soc., 2007, pp. 764–768, DOI: 10.1109/ICDAR.2007.4377018.

Dmitriy Bakhteev – doctor of juridical sciences, professor of the Department of criminalistics, Ural State Law University named after V. F. Yakovlev. 620137, Russian Federation, Ekaterinburg, Komsomol'skaya str., 21. E-mail: Dmitry.bakhteev@gmail.com.

ORCID: 0000-0002-0869-601X

Дата поступления в редакцию / Received: 23.08.2023

Дата принятия решения об опубликовании / Accepted: 05.09.2023