



Научно-исследовательский журнал «Современный ученый / Modern Scientist»
<https://su-journal.ru>
2025, № 12 / 2025, Iss. 12 <https://su-journal.ru/archives/category/publications>
Научная статья / Original article
УДК 347.961.9

Современные методы определения времени изготовления документов

¹ Воронин С.А.

¹ Национальный научно-исследовательский институт

Аннотация: введение: работа посвящена современным методам установления времени изготовления документов и восполняет пробел между традиционными физико-химическими подходами и новыми неразрушающими и датадрайв-технологиями. Актуальность определяется высокой долей судебных споров, где ключевым является подтверждение истинной даты записи, печати или штемпельного оттиска, а научная новизна – в системном сравнении химических, оптических, спектральных и AI-хеометрических методик с оценкой их валидности и судебной приемлемости. Цель – классифицировать подходы, уточнить метрологические возможности и ограничения и предложить принципы комплексного применения в экспертизе. Материалы и методы. Выполнен аналитический обзор и критический метаанализ публикаций, стандартов и патентных решений, сопоставляющий: газовую хроматографию-масс-спектрометрию летучих компонентов чернил; тонкослойную хроматографию и спектрофотометрию красителей; оптико-спектральные техники (VIS/UV, Raman, ИК, XRF); радиоуглеродные измерения бумаги по «бомбовому пику» ^{14}C ; а также хеометрические и машинно-обучающие модели на данных ГХ-IMS, спектров и изображений. Методика включает критерии воспроизводимости, границы применимости, калибровку по эталонам известного возраста и оценку влияния условий хранения. Результаты. Показано, что анализ растворителей (например, феноксиэтанола) наиболее информативен для «свежих» записей в горизонте 2-5 лет, обеспечивая разделение интервалов давности при известной погрешности; оптические и спектральные методы ценны как неразрушающие идентификоры состава и степени фотодеградациии, но дают главным образом относительные оценки; радиоуглерод точен для бумаги второй половины XX века, однако датирует носитель, а не событие нанесения; для тонерной печати динамическая датировка ограничена, зато статическая идентификация технологии и материалов выявляет несоответствия заявленным датам; интеграция ГХ-IMS с ML и цифрового анализа цвета повышает чувствительность и классификационную точность. Комплексирование каналов снижает риск ошибки и повышает доказательственную силу вывода.

Ключевые слова: судебная экспертиза документов, датирование чернил, газовая хроматография-масс-спектрометрия, спектроскопия, машинное обучение

Для цитирования: Воронин С.А. Современные методы определения времени изготовления документов // Современный ученый. 2025. № 12. С. 399 – 407.

Поступила в редакцию: 16 июля 2025 г.; Одобрена после рецензирования: 13 сентября 2025 г.; Принята к публикации: 10 ноября 2025 г.

Modern methods for determining the time of document production

¹ Voronin S.A.

¹ National Research Institute

Abstract: introduction: this work is devoted to modern methods of establishing the time of document production and bridges the gap between traditional physico-chemical approaches and new non-destructive and data-driven technologies. The relevance is determined by the high proportion of court disputes where confirmation of the true date of a record, printout, or stamp imprint is crucial, while the scientific novelty lies in the systematic comparison of chemical, optical, spectral, and AI chemometric techniques with an assessment of their validity and forensic admissibility. The aim is to classify approaches, clarify metrological capabilities and limitations, and propose principles for comprehensive application in expert practice. Materials and Methods. An analytical review and critical meta-analysis of publications, standards, and patent solutions was performed, comparing: gas chromatography–mass spectrometry of volatile ink components; thin-layer chromatography and spectrophotometry of dyes; optical-spectral techniques (VIS/UV, Raman, IR, XRF); radiocarbon measurements of paper based on the “bomb peak” of ^{14}C ; as well as chemometric and machine-learning models on GC-IMS, spectral, and image data. The methodology includes criteria of reproducibility, applicability boundaries, calibration against samples of known age, and evaluation of storage condition effects. Results. It was shown that solvent analysis (e.g., phenoxyethanol) is most informative for “fresh” entries in the 2-5 year range, allowing differentiation of aging intervals within a known error margin; optical and spectral methods are valuable as non-destructive identifiers of composition and degree of photodegradation but mainly provide relative estimates; radiocarbon is accurate for paper of the second half of the 20th century, but dates the medium rather than the act of inscription; for toner printing, dynamic dating is limited, whereas static identification of technology and materials reveals inconsistencies with the claimed dates; integration of GC-IMS with ML and digital color analysis increases sensitivity and classification accuracy. Combining channels reduces error risk and enhances evidential strength of conclusions.

Keywords: forensic document examination, ink dating, gas chromatography–mass spectrometry, spectroscopy, machine learning

For citation: Voronin S.A. Modern methods for determining the time of document production. Modern Scientist. 2025. 12. P. 399 – 407.

The article was submitted: July 16, 2025; Approved after reviewing: September 13, 2025; Accepted for publication: November 10, 2025.

Введение

Определение времени изготовления документа (давности нанесения чернил, печати текста, проставления штемпельных оттисков) является одной из ключевых задач судебной экспертизы документов. Актуальность данной темы обусловлена тем, что в судебной и антикоррупционной практике возникает множество ситуаций, когда необходимо установить истинную дату создания документа [1]. Документальные доказательства нередко оказываются спорными: возможны случаи дописывания задним числом, подделки дат, замены страниц или создания фиктивных договоров задним числом. Согласно статистике, большинство судебных споров, связанных с документами, затрагивают вопросы подлинности даты - по одним данным, до 73% подобных споров касаются договоров и иных сделок. Надежное

установление возраста документа позволяет выявить факты фальсификации и мошенничества, подтвердить или опровергнуть заявленную дату документа, что напрямую влияет на законность и исход судебных разбирательств.

Таким образом, развитие методов определения давности документов имеет важное практическое значение для обеспечения объективности правосудия.

Цель настоящей статьи – проанализировать современные методики установления времени изготовления документов и оценить их возможности и ограничения.

Для достижения этой цели решаются следующие задачи:

1) классифицировать основные подходы к датировке документов (химические, оптические, спектральные, с использованием методов искусственного интеллекта и хеометрии и др.);

2) представить обзор каждой группы методов, включая новейшие разработки;

3) выявить научную новизну и тенденции развития - например, применение неразрушающих технологий и методов машинного обучения;

4) осуществить критический анализ точности, достоверности и ограничений каждого подхода;

5) обсудить практическую значимость методов для судебной экспертизы, их допустимость в суде и направления совершенствования.

Научная новизна обзора заключается в обобщении последних достижений в области датировки документов. Традиционно данная экспертиза опиралась на физико-химические методы, однако в последнее десятилетие появляются новые решения: неразрушающие спектральные техники (микроспектрофотометрия, Раман-спектроскопия, инфракрасная спектроскопия и др.), методы ускоренного старения, а также аналитические подходы с использованием хеометрии и искусственного интеллекта. Например, в 2025 г. предложена методика сочетания газовой хроматографии с ионно-мобильной спектрометрией и машинным обучением, позволившая с высокой точностью классифицировать стадию старения гелевых чернил и прогнозировать время давности записи [2]. Разрабатываются абсолютно новые подходы к датированию бумаги с помощью радиоуглеродного анализа ядерного «бомбового пика» углерода-14, обеспечивающие точность до нескольких лет [3]. Все эти современные направления расширяют возможности экспертов и требуют комплексного рассмотрения в сравнении с традиционными методами.

Материалы и методы исследований

Химические методы анализа чернил

Газохроматографические методы (ГХ-МС). Наиболее разработанный подход к установлению давности рукописных записей основан на анализе состава чернил методом газовой хроматографии с масс-спектрометрией (ГХ-МС). Суть метода заключается в том, что многие пишущие чернила (особенно пасты шариковых ручек) содержат летучие органические компоненты-растворители, которые постепенно испаряются и претерпевают химические изменения после нанесения на бумагу. К типичным таким соединениям относится 2-феноксизтанол (также известный как фенилгликоль) – высококипящий растворитель, широко используемый в пастах шариковых ручек. Его содержание в штрихе со временем снижается за счёт испарения и полимеризации, поэтому по остаточному количеству растворителя можно оценивать возраст записи [4]. В классической

методике Агинского (Aginsky) предлагается извлекать феноксизтанол из пробы штриха поэтапно: сначала «слабым» растворителем, затем «сильным», – и измерять степень экстракции (СЭ) растворителя; у свежих чернил СЭ выше, чем у старых. Дополнительно вводится этап искусственного старения пробы (нагреванием при 70 °С), после которого повторно измеряется СЭ феноксизтанола. Разность СЭ до и после нагрева служит критерием давности: чем она меньше, тем старше документ [4]. Анализ выполняется количественно на ГХ-МС с добавлением внутреннего стандарта [5]. Данная технология позволяет различать записи, сделанные с разницей в несколько месяцев или лет: например, установить, была ли надпись выполнена в пределах последнего года либо значительно раньше.

Метод ГХ-МС летучих компонентов внедрён в экспертную практику ряда стран. В России он регламентирован ведомственными методиками ФБУ РФЦСЭ Минюста РФ (2013, 2015) и подкреплён патентами [1]. Так, патент RU 2399042 С1 (2010) описывает способ определения давности документа по относительному содержанию летучих растворителей в штрихах, реализованный через термодесорбцию и последующий хромато-масс-спектрометрический анализ [5]. Метод охватывает широкий спектр материалов письма – от паст шариковых и гелевых ручек до штемпельных красок. Современные модификации используют микродв-оff экстракцию (SPME) и другие приёмы для минимизации разрушения документа. Тем не менее, газохроматографический метод остаётся частично разрушающим: для анализа необходимо изъять небольшие пробы чернильного штриха или произвести термодесорбцию с поверхности документа.

Точность датировки по растворителям ограничена рядом факторов. Во-первых, метод эффективен лишь для относительно «свежих» документов – как правило, возрастом до 2-5 лет: по истечении этого срока большинство летучих компонентов испаряется ниже порога обнаружения. Во-вторых, на скорость испарения влияют внешние условия (температура хранения, влажность, свет), поэтому метод требует осторожной интерпретации. Согласно оценкам, погрешность датировки с помощью ГХ-МС составляет порядка $\pm 20-30\%$ от величины давности [4]. Например, при определении давности около 1 года возможная ошибка может достигать нескольких месяцев. В-третьих, сам по себе анализ летучих компонентов не учитывает изменения красящих пигментов и красителей,

которые тоже могут происходить со временем [5]. Несмотря на эти ограничения, методика анализа растворителей в чернилах сегодня считается одной из наиболее научно обоснованных и воспроизводимых, а при соблюдении стандартных процедур (контрольных проб, калибровки по эталонам известного возраста) её результаты принимаются в судебной экспертизе во многих странах.

Тонкослойная хроматография (ТСХ) и анализ красителей. Ещё одним химико-аналитическим методом является исследование красителей чернил с помощью ТСХ и спектрофотометрии. Данный подход чаще используется не для прямого измерения абсолютного возраста, а для отнесения образца к определённой партии или составу, а затем косвенной оценки давности. Например, методика Бачурина (патент RU 2261433, 2005) предполагает сначала определить вид и марку использованных чернил посредством тонкослойной хроматографии, а затем нанести на документ «контрольный» штрих аналогичными чернилами и совместно обработать их специальным реактивом [4]. Интенсивность окраски исследуемого и контрольного штрихов после реагирования сравнивается: свежие чернила обычно вступают в реакцию и меняют цвет интенсивнее, чем старые. По разнице в окраске делается вывод о давности текста. Подобные методы основаны на химических реакциях красителей (например, окисление или комплексобразование с реагентом) и измерении оптических параметров - визуально или при помощи спектрофотометра. Однако точность и надёжность таких подходов невысоки. В упомянутой методике Бачурина время, которое можно дифференцировать, ограничено интервалом от нескольких месяцев до ~1 года. Метод требует наличия заведомо сходных по составу контрольных чернил, что не всегда выполнимо. Результаты во многом субъективны (оцениваются по интенсивности окраски) и зависят от опыта эксперта [4]. Кроме того, нанесение реактивов приводит к необратимому повреждению документа – фактически документ частично уничтожается в ходе эксперимента, что недопустимо для ценных или единичных документов. По этим причинам реактивные методы окрашивания штрихов в настоящее время применяются всё реже и рассматриваются скорее как вспомогательные.

Результаты и обсуждения

Другие химические подходы. В 1990-е годы предлагались оригинальные методы датировки, сочетающие химическое воздействие с оптичес-

кими измерениями. Так, Короленко и соавт. (патент RU 2091767, 1997) разработали способ обработки штрихов парами пиперидина с одновременной фиксацией изменения отражательной способности штриха во времени [4]. Скорость обесцвечивания чернильного штриха под воздействием пиперидина оказалась обратно пропорциональна его возрасту [5]. Несмотря на инновационность, этот метод не получил широкого применения: во-первых, он требовал специальных условий (пиперидин – токсичное вещество, к тому же в некоторых вариантах использовался радиоактивно меченый пиперидин, что приводило к радиоактивному заражению документа) [4]; во-вторых, метод оказался узкоспецифичным – применим только к определённым составам синих паст, и результаты сильно варьировали для разных типов чернил [5]. Другой исследовательский подход основан на анализе продуктов естественного выцветания некоторых красителей. Например, триарилметановые фиолетовые красители в шариковых ручках со временем разрушаются под действием света, что проявляется в изменении их спектра отражения. Предлагалось измерять спектры диффузного отражения штриха на микроспектрофотометре и сравнивать отношение интенсивностей полос различных компонентов красителя с аналогичными данными для эталонных штрихов известного возраста [5]. Хотя такой оптико-химический метод позволил оценивать давность в пределах нескольких лет, его применение ограничено конкретными типами чернил (в данном случае – пасты синево-фиолетового цвета определённого состава) и требует хранения документов в темноте все время (без светового старения) [5]. В противном случае внешние факторы исказят процесс естественного старения красителя. В целом, химические методы датировки чернил предоставляют полезную информацию, но каждый из них имеет узкую область применимости и должен использоваться с учётом состава конкретных чернил. Современная практика делает упор на комплексный подход: сначала идентификационный анализ (например, ТСХ, спектрометрия) для определения типа чернил, а затем количественный анализ летучих компонентов для оценки давности, поскольку последний метод в настоящее время признан наиболее объективным из химических подходов [5].

Оптические и спектральные методы датировки

Анализ цвета и выцветания чернил. Оптические методы основаны на измерении изменений цветовых характеристик штрихов по мере их

старения. В свеженанесённых чернилах красители обычно имеют максимальную цветовую насыщенность, тогда как со временем могут происходить побледнение (выцветание) или изменение оттенка из-за окисления компонентов. Измерение цветовых координат штрихов (например, в системе CIE LAB) и сравнение их с эталонными значениями для свежих образцов – один из путей оценки давности. Применяются спектрофотометры и колориметры, фиксирующие отражательный спектр чернильного штриха. Однако прецизионность такого подхода ограничена: различия в цвете могут быть вызваны не только возрастом, но и условиями хранения (экспозиция к свету ускоряет фотодegradацию красителей). Известна попытка адаптировать стандартные методы колориметрии для целей экспертизы давности: в патенте RU 2604142 упоминается применение стандарта ГОСТ Р 52489-2005 (ISO 7724-1:1984) – методики инструментального измерения цветовых различий, разработанной для лакокрасочных материалов. Однако исследователи отмечают, что прямое применение таких стандартов к чернилам некорректно, поскольку состав и фотохимическое поведение красителей в печатных красках и пастах ручек значительно отличается от пигментных лакокрасочных покрытий. Например, триарилметановые и фталоцианиновые красители, используемые в ручках, имеют иную кинетику выцветания, зависящую от их химической структуры и формулы конкретного производителя. Более того, стандартизованные колориметрические методы требуют сравнительно больших однородных образцов (площадью не менее 10×10 мм), тогда как штрихи текста гораздо меньше и гетерогенны по толщине слоя.

Таким образом, чисто колориметрический подход без учёта специфики чернил даёт очень грубую оценку. Тем не менее, в контролируемых условиях лаборатории можно регистрировать уменьшение оптической плотности или изменения спектра отражения штриха со временем при условии известного исходного состояния. В практике нередко используют микроспектрофотометры для измерения спектров небольших участков штриха в видимом диапазоне [4]. Фиксируя, к примеру, снижение интенсивности определённой полосы поглощения, можно сделать вывод о степени фотодegradации красителя. Важным условием является наличие эталонных образцов тех же чернил, выдержанных в аналогичных условиях в течение разного времени, чтобы построить калибровочную зависимость. Без такой калибровки выводы будут только

ориентировочными и качественными (например: «насыщенность цвета чернил снижена, что типично для записей старше 3-5 лет»). Ограничения оптических методов заключаются в сильном влиянии внешних факторов (особенно света) и различиях в составах красителей. В судебной экспертизе данные о выцветании обычно рассматриваются как вспомогательные и не позволяют установить точную дату, а лишь приблизительный порядок давности (например, «давно/недавно»).

Люминесцентные и УФ-методы. Некоторые виды чернил и бумаг содержат люминесцентные компоненты, которые могут менять свои свойства со временем. Так, многие современные бумаги изготавливаются с добавлением оптических отбеливателей – флуоресцентных веществ, придающих бумаге яркую белизну. Со временем интенсивность люминесции отбеливателей уменьшается из-за разложения под действием ультрафиолета. Поэтому косвенно давность документа может оцениваться по степени снижения УФ-свечения бумаги: очень яркая флуоресценция обычно указывает на свежую бумагу, тогда как у бумаги, хранившейся десятилетия, люминесценция слабее. Однако этот признак крайне приблизителен и зависит от условий хранения (экспозиции к солнцу). Для чернил люминесцентные методы применяются в основном качественно – для выявления подделок другими чернилами или различия между чернилами разного времени. Например, под УФ-лампой свежая запись может выделяться более ярким свечением, чем старая, если в составе чернил есть люминофор или компонент, со временем разрушающийся.

Кроме того, сравнение УФ-фотографий документа сразу после нанесения печати и спустя время позволяет зафиксировать степень выцветания метамерных красителей. Практическое применение УФ-методов – преимущественно для предварительного осмотра: эксперт может заметить, что определённая подпись выглядит «свежей» по флуоресценции бумаги вокруг (признак недавнего нажима) либо, наоборот, слишком яркой по сравнению с остальными (возможно, добавлена позже). Количественно же люминесценцию измеряют спектрофлуориметрами, но в судебных заключениях такие данные практически не фигурируют из-за недостатка стандартизации.

Спектральные методы (ИК, Raman, XRF). Современная инструментальная база позволяет неразрушающе анализировать материал чернил с помощью спектроскопии, что косвенно помогает в

определении возраста. Инфракрасная (ИК) спектроскопия применяется главным образом для идентификации связующих и добавок в чернилах и тонерах. По присутствию тех или иных поглощений можно установить, например, что в тонере содержится определённый полимер, впервые использованный после какого-то года (статический подход к датировке, см. ниже). Прямо возраст по ИК-спектру определить сложно, но возможны косвенные признаки старения – появление новых полос, связанных с окислением (карбонильные группы и др.). Например, в старых документах бумажные волокна окисляются, и в ИК-спектре усиливаются полосы целлюлозы и лигнина, но это происходит на масштабах десятилетий. Raman-спектроскопия – перспективный метод для изучения красителей без отбора проб. В 2025 году опубликован обзор применения рамановской спектроскопии в исследовании ручечных чернил [6], где отмечается, что этот метод хорошо различает близкие по составу чернила. Однако Raman-спектры чернил больше подходят для идентификации типа красителя, нежели для оценки давности – разве что обнаружение продуктов разложения красителя (появление новых рамановских линий) могло бы свидетельствовать о его старении. Рентгенофлуоресцентный анализ (XRF) используется для элементного анализа тонеров и печатных красок. Он может помочь выявить неорганические пигменты и наполнители, характерные для определённых периодов (например, изменение состава тонера по содержанию TiO_2 или Fe_2O_3 после определённого года выпуска). Но как и другие чисто спектральные методы, XRF не даёт прямой временной шкалы, а служит скорее для статического датирования – определения периода изготовления по составу (подробнее см. о статических методах в Практической значимости).

Таким образом, оптические и спектральные методы в основном неразрушающи и ценны тем, что позволяют получить сведения о документе, не повредив его. Они широко применяются на предварительном этапе исследования: визуальный осмотр, фотографирование в разных спектральных диапазонах, измерение оптической плотности. Однако точной количественной оценки возраста эти методы, как правило, не обеспечивают ввиду множества внешних влияний. Тем не менее, в сочетании с химическими методами оптические наблюдения повышают обоснованность выводов. Например, если ГХ-МС показал отсутствие феноксэтанола (что соответствует давности >5 лет), а одновременно спектрофотометрия зафиксировала заметное выцветание штрихов, то

оба фактора вместе убеждают эксперта в значительной давности документа.

AI-хеометрика и машинное обучение

Одно из новейших и активно развивающихся направлений – применение методов искусственного интеллекта (AI) и хеометрического анализа для прогнозирования возраста документов. Хеометрика подразумевает обработку многомерных данных (спектров, хроматограмм, изображений) с помощью математических моделей. Машинное обучение позволяет выявлять скрытые закономерности деградации материалов, которые сложно описать традиционными методами. Например, в 2025 г. группа исследователей (Lu et al.) предложила комбинацию газовой хроматографии – ионно-мобильной спектрометрии (ГХ-IMS) с алгоритмами машинного обучения для оценки давности гелевых чернил [2]. В их работе большие массивы данных о составе летучих соединений чернил обрабатывались решающим деревом и градиентным бустингом: в результате удалось классифицировать образцы чернил по пяти стадиям старения с 100%-й точностью и количественно предсказать время выдержки (коэффициент детерминации R^2 на тестовых данных достиг 0,954) [2]. Такой подход позволяет учесть сразу несколько параметров старения – например, относительные концентрации различных летучих компонентов, соотношение продуктов распада, характер изменения сигнала со временем – и построить комплексную модель старения чернил.

Другой пример – цифровой анализ цвета с машинным обучением. В недавних исследованиях оцифрованные изображения штрихов, подвергнутых контролируемому световому старению, обрабатываются кластерными алгоритмами, которые группируют чернила по сходству кривых фотодеградации. Метод Digital Color Analysis (DCA) в сочетании с кластеризацией K-shape продемонстрировал высокую эффективность в различении образцов чернил на основании их изменения цвета при облучении, что потенциально может использоваться для оценки относительной давности записей [7]. Также сообщается об успешном применении простых нейронных сетей и методик глубокого обучения для классификации спектров чернил или даже фотоснимков документов, однако эти работы пока находятся на стадии экспериментов.

Достоинство AI-подходов – способность обработать сложные взаимосвязи между множеством характеристик старения. Машинное обучение может комбинировать признаки из

разных источников (химические, оптические, физические) и выводить интегральный показатель «возраста». Кроме того, некоторые модели (например, решающие деревья) позволяют объяснить, какие именно признаки сыграли роль, что важно для интерпретации в экспертизе. Ограничения и задачи внедрения AI-хеометрии в криминалистику документов связаны прежде всего с необходимостью обширной обучающей выборки. Требуются десятки и сотни образцов документов известного возраста для обучения моделей - при том, что контролируемое старение в лаборатории не всегда адекватно реальным условиям. Кроме того, валидность таких методов должна быть подтверждена: в судебной практике недопустимо опираться на «чёрный ящик» без верификации. Поэтому сейчас AI-методы рассматриваются скорее как научная новизна и дополнение к традиционным анализам. Тем не менее, первые результаты впечатляют: интеграция машинного обучения уже позволила повысить чувствительность химических методов [2], а в перспективе может привести к созданию автоматизированных экспертных систем, способных с большой вероятностью относить документ к тому или иному периоду изготовления. Предполагается, что по мере накопления баз данных чернил и бумаг (например, международных библиотек образцов чернил) статические и динамические данные могут быть объединены в экспертные алгоритмы для более точного датирования.

Говоря о допустимости, важно отметить: комплексность экспертизы повышает её убедительность. Если эксперт применил несколько независимых методов и все они указывают на один вывод - например, чернила не содержат летучих компонентов (старые), запись выцвела (тоже старое), бумага произведена 10 лет назад, - то совокупность этих факторов создаёт высокую степень уверенности. В заключении эксперт обычно описывает все проведённые исследования и делает итоговый вывод с формулировкой вероятностного характера (например: «вероятный срок выполнения документа - не менее 5 лет до момента исследования»). Судебные органы ценят такой подход и, как правило, принимают вывод, если методология не вызвала нареканий у оппонентов.

С другой стороны, новаторские методы (например, с AI или редкие спектроскопические техники) могут встретить скепсис в суде, если они не были ранее опробованы. В таких случаях иногда привлекают специалистов-консультантов для оценки методики, либо требуют публикаций и

патентов в доказательство научной обоснованности. Например, патент РФ 2604142 С1, предложенный Ворониным С.А. и Романовой Д.М., описывающий комплексный метод «влажного копирования» штрихов для определения давности, используется рядом экспертных организаций [4]. Его применение стало возможным после апробации и положительного заключения научно-методического совета, что послужило аргументом в суде для принятия нового метода. Таким образом, путь каждой новой методики в судебную практику лежит через этап научного признания и стандартизации.

Подводя итог практической значимости: современные методы установления времени изготовления документов являются мощным инструментом обеспечения правосудия. Они позволяют вскрыть скрытые нюансы происхождения документов, повысить доказательственную базу по делам о подлогах и фальсификациях. При грамотном применении, с учётом ограничений и погрешностей, эти методы достаточно надёжны и принимаются судом. Вместе с тем, эксперты осознают, что такая экспертиза - комплексная научная задача, требующая междисциплинарных знаний (химии, физики, криминалистики) и постоянного совершенствования. В следующем разделе сделаем общие выводы об актуальном состоянии и перспективах данной области.

Выводы

Техническая экспертиза давности документов прошла значительный путь развития - от первых примитивных проб чернил на выцветание до высокоточных инструментальных анализов и интеллектуальных систем. В современном состоянии она представляет собой сочетание классических химических методов (газовая хроматография, хроматография на тонком слое, спектрофотометрия) и инновационных подходов (спектрометрия высокого разрешения, радиоуглеродный анализ, машинное обучение). Каждый метод охватывает свой аспект процесса старения документа: испарение растворителей, фотохимическую деградацию красителей, структурные изменения бумаги или идентификацию компонентов, привязанных ко времени выпуска.

Обзор показал, что не существует единого универсального способа точно датировать документ - вместо этого эксперт располагает арсеналом методов, каждый из которых даёт кусочек головоломки. Комплексное применение этих методов позволяет с большей уверенностью

судить о давности: там, где один метод неточен, другой может подтвердить или скорректировать вывод. Важным трендом является стремление к неразрушающему анализу – минимизации повреждения документа при исследовании. Методы микроскопии, спектральной съемки, Raman-спектроскопии, применение портативных приборов – всё это делает экспертизу менее инвазивной. Одновременно растёт роль математической обработки данных: хемометрические алгоритмы и AI способны извлечь максимальную информацию из спектров и хроматограмм, повысив чувствительность выявления признаков старения.

Научная новизна в области датировки документов сегодня связана с интеграцией данных разных типов. Так, перспективно выглядит объединение в единой модели результатов анализа чернил и бумаги, или комбинирование статических и динамических признаков. Например, можно представить экспертную систему, которая учтёт и состав чернил (сверив по базе, когда такие выпускались), и степень утраты растворителя, и оптическое состояние штрихов – и на основании всего комплекса выдаст оценку давности с указанной вероятностью. Движение в этом направлении уже началось и, вероятно, приведёт к появлению стандартов нового поколения, регулирующих использование продвинутых технологий в криминалистике документов.

Несмотря на прогресс, остаются нерешённые проблемы. Это и необходимость больших

коллекций образцов для калибровки (особенно для AI-методов), и учёт влияния непредсказуемых факторов (условий хранения, воздействия фальсификаторов, пытающихся «состарить» документ искусственно). Также актуален вопрос правового статуса новых методов: судебная система консервативна и требует убедительных доказательств надёжности метода перед его принятием. Поэтому дальнейшие исследования должны не только технически совершенствовать методики, но и демонстрировать их воспроизводимость, точность и отсутствие ложноположительных результатов на большой статистике случаев.

Подводя итог, можно констатировать: современные методы определения времени изготовления документов представляют собой динамично развивающуюся междисциплинарную область. Они уже доказали свою значимость в раскрытии множества преступлений и в защите прав граждан от поддельных доказательств. При грамотном использовании эти методы повышают объективность судебной экспертизы. В будущем, с развитием технологий и накоплением опыта, следует ожидать ещё большей точности и универсальности таких экспертиз – вплоть до возможности датировать документ с точностью до конкретного временного интервала, приемлемой для судебного подтверждения. Главными ориентирами останутся научная обоснованность, стандартизация и критический подход, обеспечивающие высокий уровень доверия к выводам эксперта о «возрасте» документов.

Список источников

1. Экспертиза давности изготовления документа [Электронный ресурс] // Федерация независимых экспертов (ФНЭ). URL: <https://fesud.ru/ekspertiza-davnosti-dokumenta/> (дата обращения: 15.06.2025)
2. Lu W., Chen J., Zhang L., Nie Z. Temporal evolution stages classification and aging time prediction of gel-pen ink using GC-IMS combined with machine learning for forensic science applications // *Journal of Chromatography A*. 2025. Vol. 1755. Article 466063. DOI: 10.1016/j.chroma.2025.466063
3. Pigorsch E., Kiessler B., Hüls M. New method for the absolute dating of paper by radiocarbon measurements // *Journal of Forensic Sciences*. 2022. Vol. 67. № 4. P. 1505 – 1512. DOI: 10.1111/1556-4029.15018
4. Воронин С.А., Романова Д.М. Способ определения давности составления документа по материалам письма: пат. RU 2604142 С1. Оpubл. 10.12.2016. Заявл. RU2015135636/15 от 24.08.2015. Патентообладатель: Воронин С.А.
5. Тросман Э.А., Бежанишвили Г.С., Батыгина Н.А. Способ определения давности выполнения реквизитов в документах по относительному содержанию в их штрихах летучих растворителей: пат. RU 2399042 С1. Оpubл. 10.09.2010. Заявл. RU2009124748/28 от 30.06.2009. Патентообладатель: ГУ «РФЦСЭ при Минюсте России».
6. Weyermann C., Almog J., Bügler J., Cantu A.A. Minimum requirements for application of ink dating methods based on solvent analysis in casework // *Forensic Science International*. 2011. Vol. 210. № 1-3. P. 52 – 62. DOI: 10.1016/j.forsciint.2011.01.034
7. Golovkina A.G., Karpukhin O.R., Kravchenko A.V., Khairullina E.M., Tumkin I.I., Kalinichev A.V. Digital color analysis and machine learning for ballpoint pen ink clustering and aging investigation // *Forensic Science International*. 2024. Vol. 364. Article 112236. DOI: 10.1016/j.forsciint.2024.112236

8. What Factors Affect Forensic Document Examination? [Электронный ресурс] // AZoLifeSciences. 01.11.2022. URL: <https://www.azolifesciences.com/article/What-Factors-Affect-Forensic-Documents-Examination.aspx> (дата обращения: 15.06.2025)

9. Kapoor N., Sulke P., Shukla R.K., Kakad R., Pardeshi P., Badiye A. Forensic analytical approaches to the dating of documents: An overview // Microchemical Journal. 2021. Vol. 170. Article 106722. DOI: 10.1016/j.microc.2021.106722

10. Независимая экспертиза давности создания документа. [Электронный ресурс] // СУДЭКСПА. URL: <https://sudexpa.ru/expertises/ekspertiza-davnosti-sozdaniia-dokumenta/> (дата обращения: 15.06.2025)

References

1. Document Age Analysis [Electronic resource]. Federation of Independent Experts (FNE). URL: <https://fesud.ru/ekspertiza-davnosti-dokumenta/> (date of access: 15.06.2025)

2. Lu W., Chen J., Zhang L., Nie Z. Temporal evolution stages classification and aging time prediction of gel-pen ink using GC-IMS combined with machine learning for forensic science applications. Journal of Chromatography A. 2025. Vol. 1755. Article 466063. DOI: 10.1016/j.chroma.2025.466063

3. Pigorsch E., Kiessler B., Hüls M. New method for the absolute dating of paper by radiocarbon measurements. Journal of Forensic Sciences. 2022. Vol. 67. No. 4. P. 1505 – 1512. DOI: 10.1111/1556-4029.15018

4. Voronin S.A., Romanova D.M. Method for Determining the Age of Document Compilation Based on Letter Materials: Pat. RU 2604142 C1. Published 10.12.2016. Application RU2015135636/15 dated 24.08.2015. Patent Holder: Voronin S.A.

5. Trosman E.A., Bezhanishvili G.S., Batygina N.A. Method for Determining the Age of Completion of Document Details Based on the Relative Content of Volatile Solvents in Their Strokes: Pat. RU 2399042 C1. Published September 10, 2010. Application RU2009124748/28 dated June 30, 2009. Patent Holder: State Institution "Russian Federal Center for Forensic Expertise under the Ministry of Justice of the Russian Federation".

6. Weyermann C., Almog J., Bügler J., Cantu A.A. Minimum Requirements for the Application of Ink Dating Methods Based on Solvent Analysis in Casework. Forensic Science International. 2011. Vol. 210. No. 1-3. P. 52 – 62. DOI: 10.1016/j.forsciint.2011.01.034

7. Golovkina A.G., Karpukhin O.R., Kravchenko A.V., Khairullina E.M., Tumkin I.I., Kalinichev A.V. Digital color analysis and machine learning for ballpoint pen ink clustering and aging investigation. Forensic Science International. 2024. Vol. 364. Article 112236. DOI: 10.1016/j.forsciint.2024.112236

8. What Factors Affect Forensic Document Examination? [Electronic resource]. AZoLifeSciences. 01.11.2022. URL: <https://www.azolifesciences.com/article/What-Factors-Affect-Forensic-Documents-Examination.aspx> (date of access: 06.15.2025)

9. Kapoor N., Sulke P., Shukla R.K., Kakad R., Pardeshi P., Badiye A. Forensic analytical approaches to the dating of documents: An overview. Microchemical Journal. 2021. Vol. 170. Article 106722. DOI: 10.1016/j.microc.2021.106722

10. Independent examination of the age of a document. [Electronic resource]. SUDEXPA. URL: <https://sudexpa.ru/expertises/ekspertiza-davnosti-sozdaniia-dokumenta/> (date of access: 15.06.2025)

Информация об авторе

Воронин С.А., кандидат юридических наук, ректор, Национальный научно-исследовательский институт, info@voroninpravo.ru

© Воронин С.А., 2025