

Программно-аппаратные средства, применяемые для воспроизведения и имитации почерковых объектов пишущими приборами: конструкция, классификация, технические возможности

Д.А. Шлыков¹, А.А. Плинатус²

¹ АНО «Исследовательский центр “Эксперт-Защита”», Москва 109202, Россия

² ФГКУ «Экспертно-криминалистический центр Министерства внутренних дел Российской Федерации» (ФГКУ «ЭКЦ МВД России»), Москва 125130, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены устройство и особенности конструкции программно-аппаратных средств, позволяющих использовать пишущие приборы для воспроизведения и имитации рукописей. Приводится их классификация, продемонстрированы технические возможности выполнения отдельных элементов почерковых объектов.

Ключевые слова: *плоттер, графопостроитель, техническая подделка подписи, воспроизведение подписи, воспроизведение рукописных записей, имитация подписи, имитация рукописных записей, Autopen, Ghostwriter, Signascript, Longpen, Calcomp, Robotic arm, XY-Plotter, AxiDraw, DOBOT*

Для цитирования: Шлыков Д.А., Плинатус А.А. Программно-аппаратные средства, применяемые для воспроизведения и имитации почерковых объектов пишущими приборами: конструкция, классификация, технические возможности // Теория и практика судебной экспертизы. 2025. Т. 20. № 3. С. 60–71. <https://doi.org/10.30764/1819-2785-2025-3-60-71>

Firmware for Reproduction and Simulation of Handwriting Objects by Writing Instruments: Design, Classification and Technical Capabilities

Dmitrii A. Shlykov¹, Anton A. Plinatus²

¹ Autonomous Nonprofit Organization “Research Centre “Expert-Protection”, Moscow 109202, Russia

² Expert Criminalistic Centre of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Moscow 125130, Russia

Abstract. The article provides a classification of modern firmware allowing for use of the writing instruments to reproduce handwritings. Its architecture and design features are considered. The technical capabilities for simulation of separate elements of handwriting objects are assessed.

Keywords: *plotter, graph plotter, technical signature forgery, signature reproduction, reproduction of handwritten records, simulation of signature, simulation of handwritten records, Autopen, Ghostwriter, Signascript, Longpen, Calcomp, Robotic arm, XY-Plotter, AxiDraw, DOBOT*

For citation: Shlykov D.A., Plinatus A.A. Firmware for Reproduction and Simulation of Handwriting Objects by Writing Instruments: Design, Classification and Technical Capabilities. *Theory and Practice of Forensic Science*. 2025. Vol. 20. No. 3. P. 60–71. (In Russ.). <https://doi.org/10.30764/1819-2785-2025-3-60-71>

Введение

Цель статьи – устранение одного из пробелов в судебной экспертизе, связанного с отсутствием единого понимания принципов работы и разновидностей устройств, используемых для создания имитаций почерковых объектов, выполненных пишущи-

ми приборами при помощи современных программно-аппаратных средств. Подобные имитации невозможно выявить без соответствующего справочно-методического обеспечения, содержащего сведения о разновидностях используемых устройств, особенностях подготовки макета рукописи

и воспроизведения его на документе, признаках, проявляющихся в исследуемых объектах, и критериях их оценки.

В продолжение тем, затрагиваемых в ранее опубликованных работах [1, 2], авторами детально рассмотрены конструктивные особенности программно-аппаратных средств, применяемых для воспроизведения и имитации рукописей с использованием пишущих приборов, предложена их классификация по наиболее значимым для почерковедческой и технической экспертизы документов основаниям, на наглядных примерах продемонстрированы возможности имитации отдельных элементов почерковых объектов.

Рукописи по своей графической сущности являются двухмерными рисунками¹, что делает возможным их нерукописное воспроизведение при помощи любого устройства, позволяющего перемещать пишущий прибор по осям X и Y с дискретностью движений, достаточной для формирования плавных кривых. Помимо простого копирования графического образа рукописей, подобные устройства могут использоваться и для полноценной имитации признаков их рукописного выполнения. На сегодняшний день такие возможности заложены в устройствах различных конструкций и назначения – как непосредственно предназначенных для графических работ с использованием пишущих приборов, так и адаптируемых под эту задачу. При этом возможности имитации признаков рукописного выполнения штрихов определяются

не только их конструкцией, но и наличием специального управляющего программного обеспечения.

Таким образом, при изучении технической составляющей процесса имитации почерковых объектов программно-аппаратными средствами необходимо понимание конструктивных типов исполнительных механизмов и функциональных возможностей устройств.

По конструкции исполнительного механизма (способу перемещения пишущего узла при формировании штриха) рассматриваемые устройства можно разделить на три типа: шарнирно-рычажные, двухосевые² и многоосевые.

1. В устройствах с шарнирно-рычажным приводом перемещение пишущего прибора по оси X происходит за счет «сжимания-разжимания» механизма, а по оси Y – поворота основания механизма относительно точки крепления (рис. 1³) [1].

Подобные приводы использовались в приборах Autopen компании International Autopen Company, а сейчас применяются в устройствах Ghostwriter (Automated Signature Technology), Signascript (Signascript SAS), LongPen (Syngrafii Inc.)⁴.

² В данном контексте этот термин означает не наличие двух осей (направляющих) в конструкции устройства, а два направления перемещения пишущего прибора относительно бумажного листа по перпендикулярным координатным осям или одновременного перемещения пишущего прибора и бумажного листа.

³ Изображения описываемых устройств и их механизмов взяты из открытых источников в сети Интернет и из научнотехнической базы редакции журнала «Энциклопедия Судебной Экспертизы».

⁴ Подробнее об этих приборах см.: [1].

¹ Рисунок – какое-либо изображение, выполняемое от руки с помощью графических средств – контурной линии, штриха, пятна [3, с. 130].

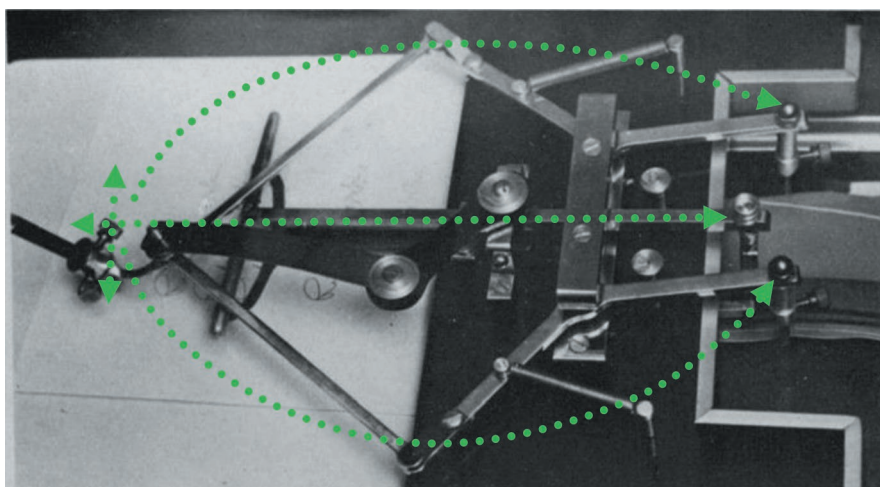


Рис. 1. Схема работы шарнирно-рычажного привода Autopen 60
Fig. 1. Operation scheme of the ball lever drive Autopen 60

Перемещение пишущего прибора по вертикали в указанных устройствах обеспечивается посредством подъема и опускания всего шарнирно-рычажного механизма (приборы Autopen, Ghostwriter, Signascript) либо, как в приборах LongPen, отдельным механизмом вертикального перемещения держателя пишущего прибора (рис. 2) [1]. При этом параметры нажима в процессе нанесения штриха остаются постоянными.

2. В двухосевых устройствах формирование штриха осуществляется за счет перемещения перпендикулярно друг другу пишущего прибора и бумаги либо за счет перемещения пишущего прибора по двум перпендикулярным направляющим при неподвижном положении бумаги.

2.1. Перемещение пишущего прибора и листа бумаги относительно друг друга конструктивно реализуется следующими способами.

2.1.1. Бумага размещается на вращающемся цилиндрическом основании в виде барабана⁵ с перфорационными зубьями,

⁵ Именно из-за формы основания подобные плоттеры стали именоваться барабанными.

расположенными по краям всей его окружности.

Одним из первых подобных устройств был плоттер Calcomp 565, использовавший бумагу в рулонах с перфорационными отверстиями на краях, перемещавшуюся по оси X вместе с барабаном за счет зацепления перфорационными зубьями, а пишущий прибор передвигался в специальной каретке⁶ на штанге по оси Y (рис. 3, слева⁷). Помимо перфорированных листов, на барабане при помощи клеящих материалов (липкой ленты и др.) можно было закрепить и обычный лист (рис. 3, справа).

Барабан и каретка приводились в движение двуправленным вращающимся

⁶ Каретка (от *итал.* *carretta* – тележка) – узел механизма или машины, несущий ряд деталей и передвигающийся по направляющим или, реже, вращающийся в подшипниках [4, с. 424]. В рассматриваемых устройствах при помощи каретки осуществляется крепление и перемещение пишущего прибора.

⁷ Ricognizione del patrimonio storico moderno dell'Osservatorio Astronomico di Brera. Scheda No. 247. <http://www.brera.mi.astro.it/~mario.carpino/ricognizione/schede/N0247/scheda>



Рис. 2. Устройства с шарнирно-рычажным приводом: Ghostwriter MAX (слева), LongPen (справа)
Fig. 2. Device with a ball lever drive: Ghostwriter MAX (left), LongPen (right)



Рис. 3. Плоттеры Calcomp 565: с перфорированной рулонной бумагой (слева), с закрепленным листом без перфорации

Fig. 3. Calcomp 565 plotters: with perforated roll pape⁷ (left) and with fixed sheet without perforation (right)

шаговым двигателем (bi-directional rotary step motor)⁸. Подъем и опускание пишущего

прибора осуществлялись встроенным в каретку электромеханическим приводом (соленоидом) (рис. 4⁹, 5).

⁸ Instruction Manual for the Plotter Model 565. June 1969. California Computer Products, Inc.
file:///C:/Users/chesn/Downloads/cc565_inst.pdf

⁹ Там же.

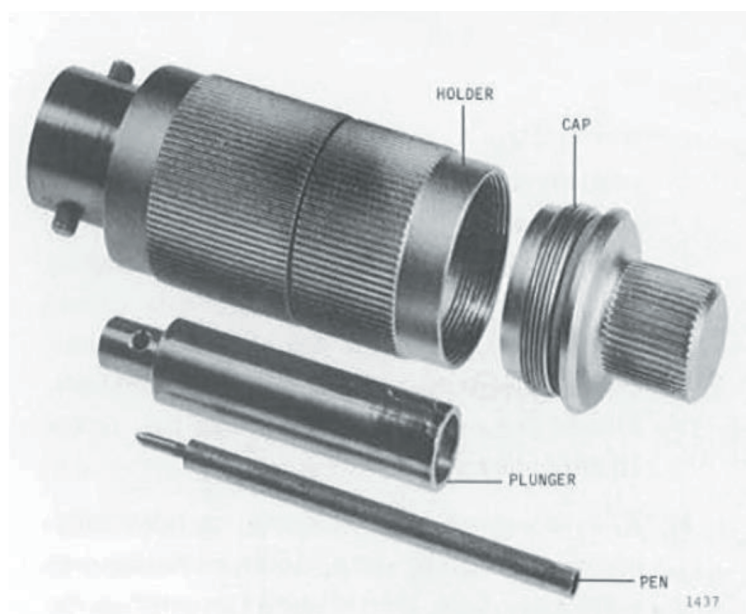


Рис. 4. Компоненты держателя пишущего прибора каретки плоттера Calcomp 565
Fig. 4. Components of the writing instrument holder of the Calcomp 565 plotter carriage

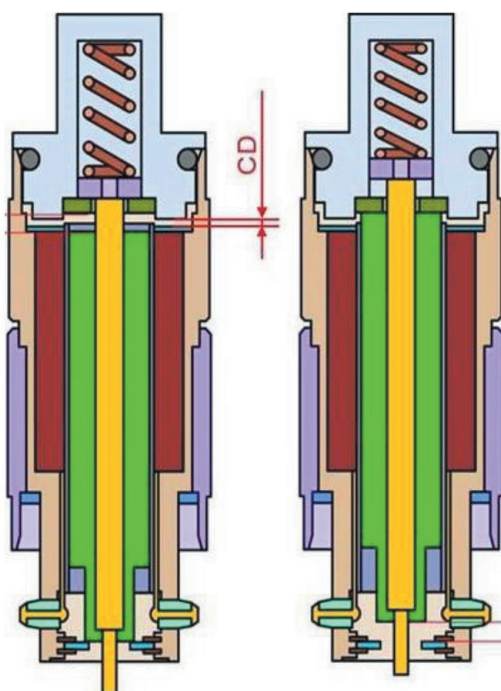


Рис. 5. Схема работы соленоида каретки [6]: пишущий прибор в нижнем положении (слева), в верхнем положении (справа)

Fig. 5. Carriage solenoid operation scheme [6]: writing device in the lower position (left) and in the upper position (right)

2.1.2. Бумага размещается на плоском подвижном основании, перемещающемся на направляющих по одной оси, над которым перпендикулярно расположены направляющие для перемещения по второй оси каретки с пишущим прибором (рис. 6).

2.1.3. Бумага перемещается при помощи фрикционных роликов, захватывающих и протягивающих лист за счет силы трения. Перпендикулярно направлению движения бумаги по направляющей передвигается каретка с пишущим прибором.

Впервые подобная схема воспроизведения графики на бумаге малых форматов была реализована в плоттере HP 7470A, представленном компанией Hewlett Packard в 1982 году (рис. 7) [1, 2].

Сегодня подобный тип механизма перемещения бумаги встречается во многих устройствах, при этом в одних по основанию перемещается непосредственно лист бумаги (рис. 8), а в других бумажный лист прикрепляется к гибкой основе-носителю, например, как в режущих плоттерах Brother (рис. 9).

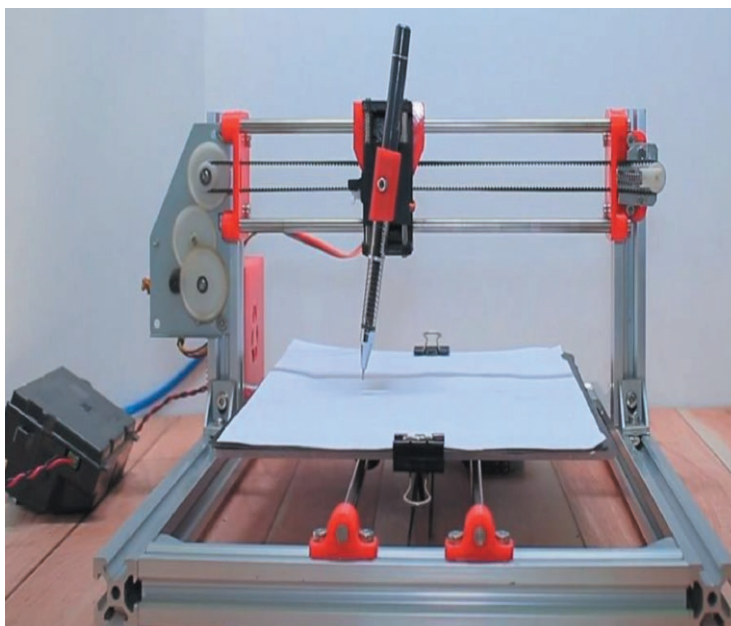


Рис. 6. Прибор с подвижным плоским основанием – бумага закреплена с помощью канцелярских скоб

Fig. 6. Device with a movable flat base – paper is fixed with staples



Рис. 7. Плоттер HP 7470A

Fig. 7. Plotter HP 7470A

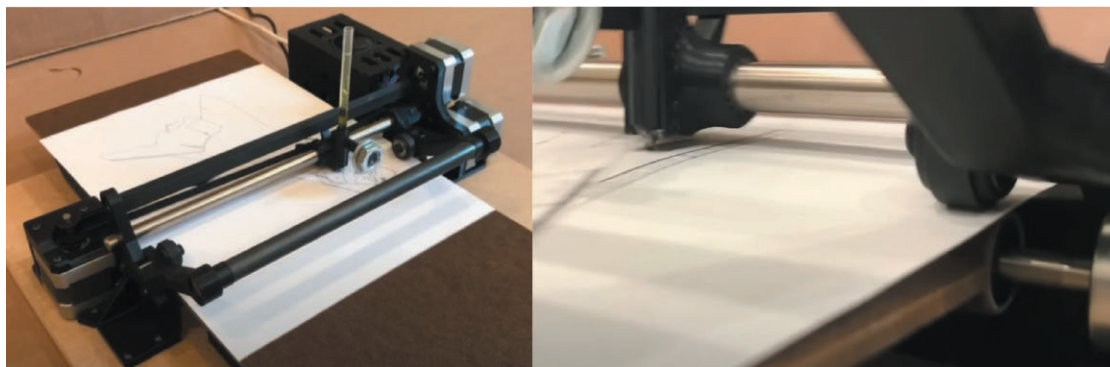


Рис. 8. Устройство с плоским неподвижным основанием, по которому перемещается лист бумаги посредством фрикционных: общий вид (слева), фрикционные ролики (справа)

Fig. 8. Device with a flat fixed base on which a sheet of paper is moved by means of friction clutches: general view (left), friction rollers (right)



Рис. 9. Режущий плоттер Brother SDX900¹⁰: внешний вид с установленной гибкой основой для крепления материала (слева), каретка с пишущим прибором (справа)

Fig. 9. Brother SDX900 cutting plotter: exterior with a flexible base for material attachment (left), carriage with a writing instrument (right)

¹⁰ Устройство предоставлено в распоряжение авторов статьи частным лицом.

2.2. Перемещение пишущего прибора по двум перпендикулярным направлениям (осям) относительно неподвижного листа бумаги реализуется в устройствах описанных ниже конструкций.

2.2.1. Устройства с неподвижным основанием, вдоль которого по одной оси перемещается штанга с кареткой, движущейся по второй оси в перпендикулярном направлении. Такая схема применялась, например, в плоттерах HP 9125A (рис. 10) и Roland DXY-1150 (рис. 11).

2.2.2. Устройства в виде прямоугольной рамы, внутри которой на параллельных направляющих по одной оси перемещается штанга – направляющая для движущейся перпендикулярно по второй оси каретки с пишущим прибором.

Такие конструкции широко распространены среди современных универсальных устройств вывода векторной графики, фрезеровки, лазерной гравировки и т. п. (рис. 12, 13).

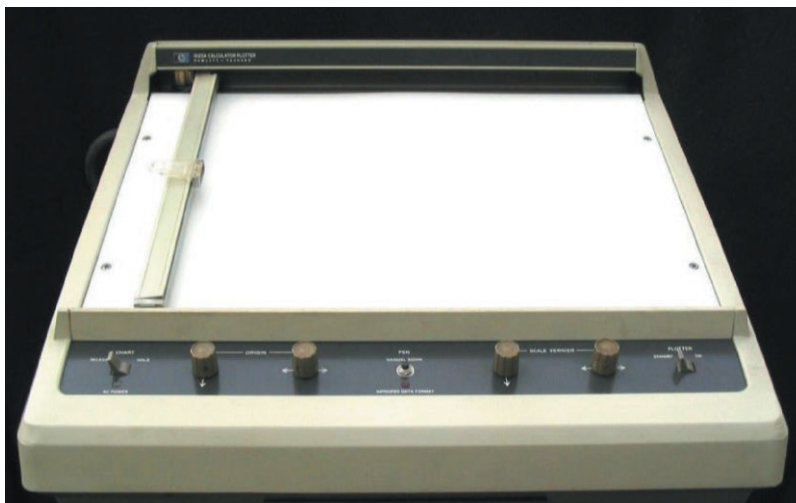


Рис. 10. Плоттер HP 9125A [1]
Fig. 10. Plotter HP 9125A [1]

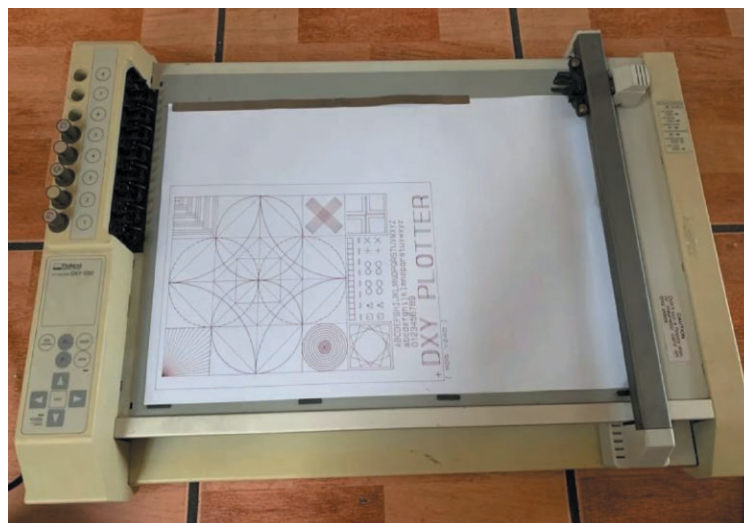


Рис. 11. Плоттер Roland DXY-1150
Fig. 11. Plotter Roland DXY-1150

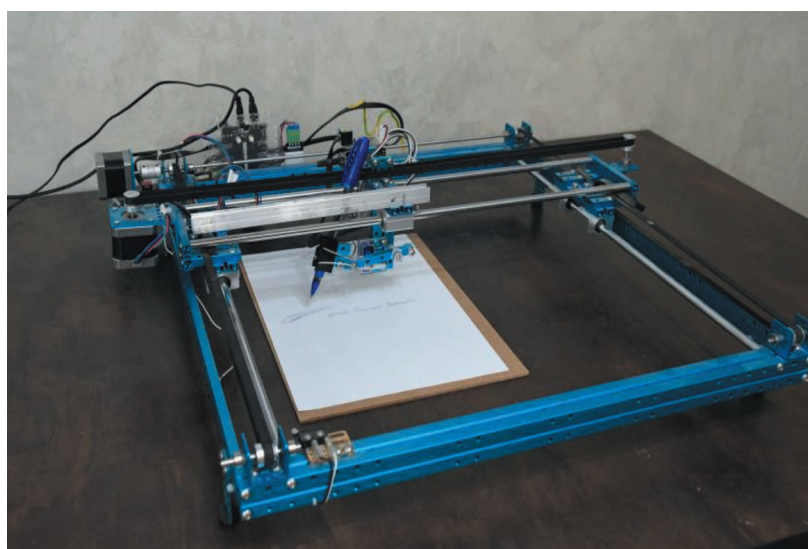


Рис. 12. XY-Plotter Robot Kit v2.0 фирмы Makeblock
Fig. 12. The Makeblok XY-Plotter Robot Kit v2.0

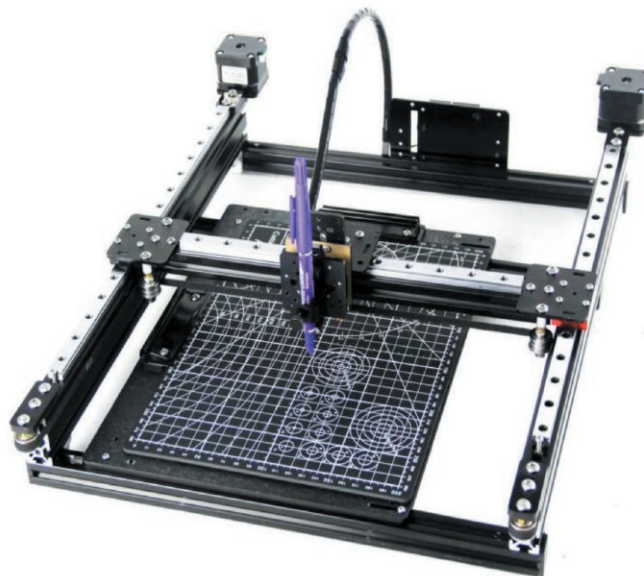


Рис. 13. DIY Drawing Robot

Fig. 13. DIY Drawing Robot

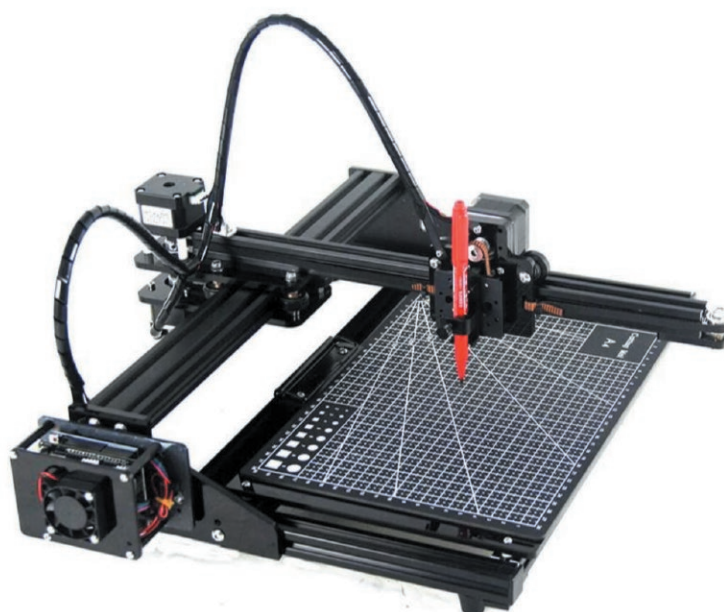


Рис. 14. DIY Writing apparatus с торговой площадки AliExpress

Fig. 14. DIY Writing apparatus from the AliExpress trading platform

2.2.3. Устройства с неподвижным основанием, по которому перемещается перпендикулярно закрепленная неподвижная штанга – направляющая для подвижной каретки с пишущим прибором (рис. 14).

2.2.4. Устройства с неподвижным основанием, по которому перемещается каретка с направляющими для подвижной в перпендикулярном направлении штанги, на одном из концов которой размещен механизм крепления пишущего прибора.

К таким устройствам относится продукция компании Evil Mad Science LLC (с 2024 года – Bantam NextDraw), выпускающей «машины для письма и рисования» (Writing and Drawing Machines) AxiDraw (с 2024 года Bantam Tools NextDraw)¹¹ (рис. 15) и аналогичные устройства, копирующие их конструкцию (рис. 16).

¹¹ Evil Mad Scientist Laboratories.
<https://www.evilmadscientist.com/>



Рис. 15. Устройства компании Evil Mad Science LLC: AxiDraw (слева), AxiDraw V3 (справа)
Fig. 15. The Evil Mad Science LLC devices¹⁹: AxiDraw (left), AxiDraw V3 (right)

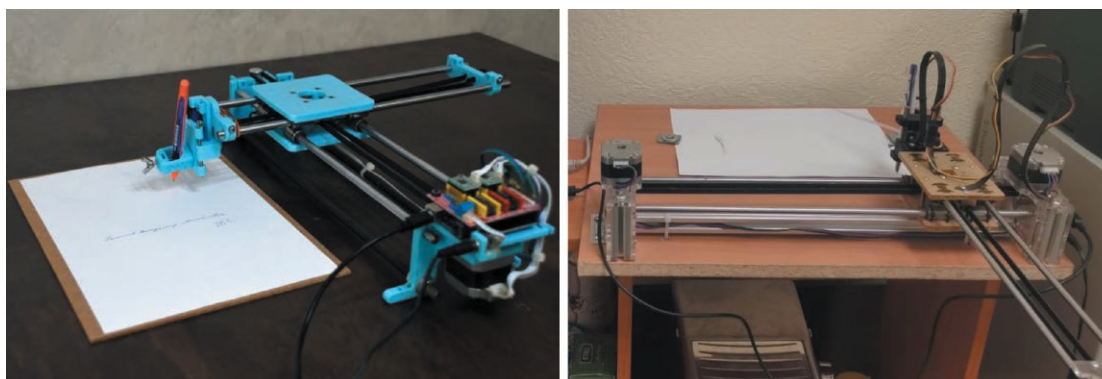


Рис. 16. Устройства с конструкцией аналогичной AxiDraw: Diy Drawing Machine (слева),
 XY plotter robot drawing writing¹² (справа)
Fig. 16. Devices with a design similar to AxiDraw: Diy Drawing Machine (left),
 XY plotter robot drawing writing (right)

3. Многоосевые манипуляторы – управляемые устройства, выполняющие двигательные функции, аналогичные функциям руки человека при перемещении объектов в пространстве. Манипуляторы представляют собой пространственные механизмы в виде кинематических цепей из звеньев, образующих кинематические пары с угловым или поступательным относительным движением и системой приводов, обычно разделенных для каждой степени подвижности [5, с. 51].

Наиболее распространенными на рынке устройствами подобного типа являются китайские DOBOT (Shenzhen Yuejiang Technology Co., Ltd.), uArm (Ufactory) [1] (рис. 17) и ряд других.

Технические характеристики позволяют использовать их для выполнения почерковых объектов, при этом для формирования штриха пишущий прибор свободно перемещается в горизонтальной плоскости (по координатам X и Y), а в вертикальной име-

ет фиксированное положение от начала до окончания выполнения штриха.

Дифференциация устройств имитации почерковых объектов по функциональному назначению

Устройства всех описанных типов позволяют с той или иной степенью точности воспроизводить графический рисунок рукописей, но для полноценной имитации помимо этого необходимо обеспечить воспроизведение признаков, традиционно используемых для обоснования выводов о рукописной природе происхождения почеркового объекта: вариативности формы начала и окончаний штрихов, дифференциации темпа движений, нажима¹³ и т. д., а также

¹² Устройство, предоставленное в распоряжение авторов статьи частным лицом.

¹³ Отдельные устройства позволяют задать определенную степень давления пишущего прибора на документ (силу нажима), однако дифференциация нажима в рамках выполнения одного штриха или связки штрихов обеспечивается оператором устройства вручную механическим способом. Изменение (дифференциация) нажима в процессе письма программно-аппаратным способом на данный момент может рассматриваться лишь в теоретическом аспекте и требует проведения дополнительных экспериментальных исследований.

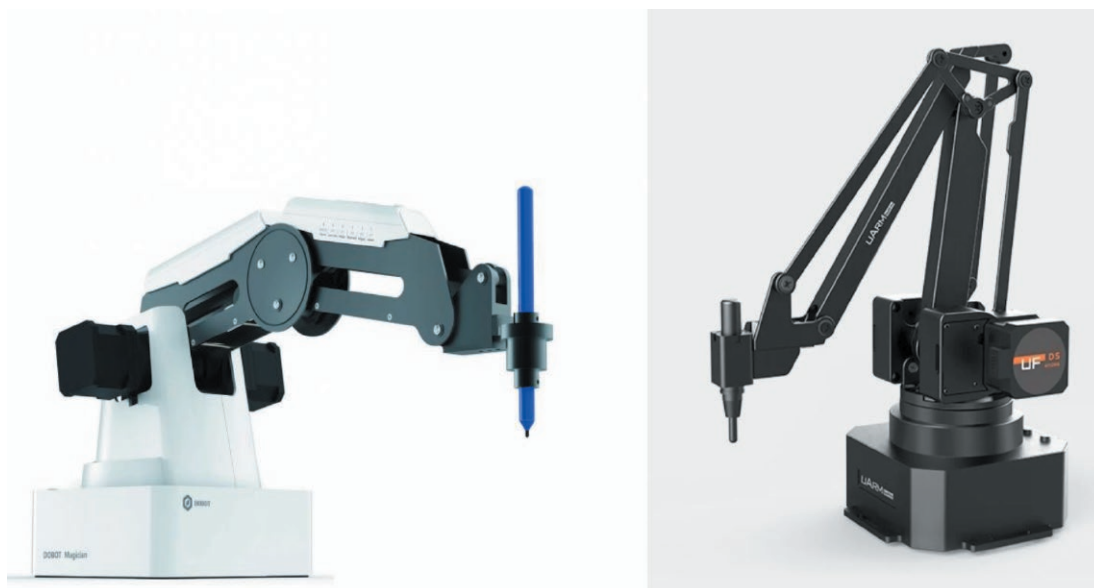


Рис. 17. Многоосевые манипуляторы: DOBOT (слева), uArm Ufactory (справа)
Fig. 17. Multi-axis manipulators: DOBOT (left), uArm Ufactory (right)

исключить в них проявление признаков нарушения координации движений, если они не свойственны почерку лица, чьи подписи или запись имитируются.

Наиболее подходящими для таких целей являются устройства, обладающие не только соответствующими конструктивными характеристиками¹⁴, но и управляемые специализированным программным обеспечением, позволяющим менять отдельные параметры выполнения штрихов. Наличие таких характеристик определяет функциональное назначение рассматриваемых устройств, в зависимости от которого их можно разделить на следующие группы:

1. *Устройства, специально разработанные и используемые для воспроизведения рукописей при помощи пишущих приборов без цели имитации их рукописного выполнения.* Устройства, выпускаемые под торговыми марками Ghostwriter, Damilic (Autopen), Signascript, Syngrafii Inc. (LongPen) (рис. 1, 2) и др., применяются для дистанционного нерукописного подписания документов с использованием традиционных пишущих приборов – выполнения так называемой мокрой подписи (Wet Signature).

Основное внимание разработчиков этих устройств уделяется точности воспроизве-

дения графического рисунка штрихов, вместе с тем процесс нерукописного подписания документов осуществляется легально по заказу или при участии лица, чья подпись воспроизводится¹⁵.

2. *Устройства с программно-аппаратной возможностью имитации признаков рукописного выполнения штрихов.* Принципиальным отличием таких устройств от устройств первой группы является заложенная в них конструктивная возможность регулировки углов наклона пишущего прибора и наличие специальных программных настроек, позволяющих получать штрихи, максимально соответствующие имитируемому образцу рукописи. Подобными характеристиками обладают, например, устройства AxiDraw (рис. 15), а также их аналоги, реализуемые на торговой площадке AliExpress (рис. 16).

На рисунке 18 продемонстрированы примеры изменения форм начала и окончания штрихов, а также распределения красящего материала в штрихах за счет различной скорости выполнения штрихов, дифференциации нажима, изменения угла установки пишущего прибора¹⁶.

¹⁴ Отсутствие паразитных люфтов в механической части, минимальный шаг двигателей и плавность их работы, возможность изменения углов наклона пишущего прибора в каретке и т. п.

¹⁵ Подробно данные устройства, а также использование их для подписания документов описаны в статье [1].

¹⁶ Штрихи, изображенные на фото, получены при помощи устройств из научно-технической базы редакции журнала «Энциклопедия Судебной Экспертизы».

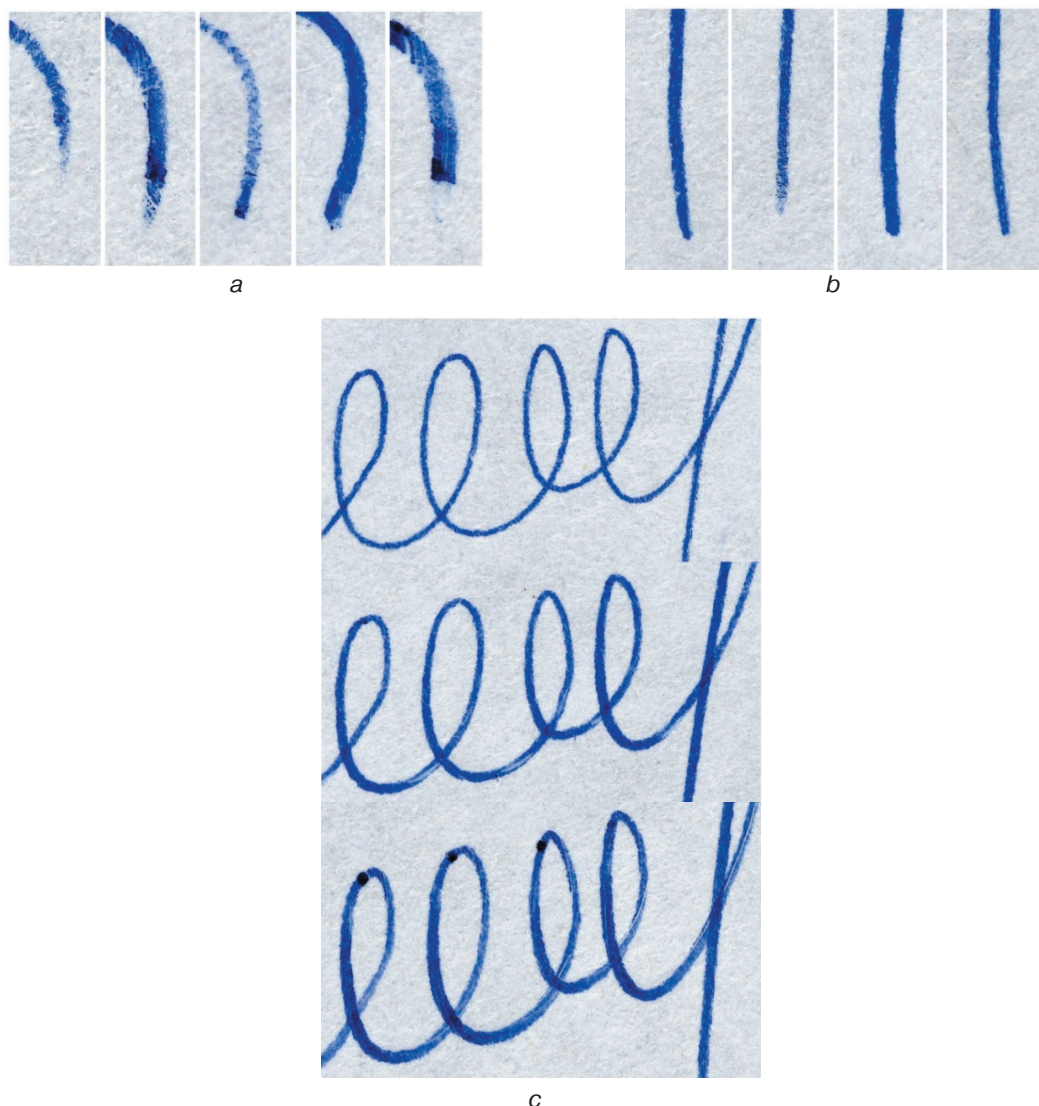


Рис. 18. Изменение формы начала (а) и окончания (b), распределения красящего материала (с) в зависимости от скорости выполнения штрихов, дифференциации нажима, угла установки пишущего прибора

Fig. 18. Changing the shape of the beginning (a) and ending (b), the distribution of coloring material (c) depending on the stroke speed, pressure differentiation, and the angle of the writing device installation

3. Остальные устройства, позволяющие формировать штрихи путем перемещения пишущего прибора по двум плоским координатным осям. Это, в первую очередь, различные универсальные устройства вывода векторной графики, фрезеровки, лазерной гравировки (рис. 12, 13), универсальные манипуляторы (рис. 17), а также адаптированные (производителем или самостоятельно) под эту задачу векторные устройства, например режущие плоттеры с держателем для пишущего прибора (рис. 9).

Следует отметить, что предложенное нами деление программно-аппаратных средств по функциональному назначению, основанное

на первоначально заложенных производителем характеристиках устройств, достаточно условно, так как нельзя исключить возможность модификации приборов первой и третьей группы или создания самодельного устройства вывода векторной графики с целью получения имитаций, максимально приближенных к рукописным объектам.

Все описанные выше типы устройств в той или иной степени пригодны для имитации почерковых объектов, при этом функциональное назначение, определяющее основные характеристики конкретного прибора, влияет в первую очередь на эффективность и удобство работы с ним, а конечное качество получаемых имитаций – на степень

сходства с оригиналами рукописей – зависит прежде всего от квалификации оператора¹⁷.

Заключение

Предварительные результаты проведенных экспериментов показали возмож-

ность создания имитаций, выявление которых в рамках применения традиционных качественно-описательных методик почерковедческой и технической экспертизы документов практически невозможно.

Таким образом, приоритетными задачами для дальнейшей работы в указанном направлении следует считать пересмотр методических подходов к решению вопросов установления фактов имитации рукописей, в том числе разработку системы признаков и алгоритма исследования, позволяющих выявить квалифицированные имитации, выполненные с помощью программно-аппаратных средств.

¹⁷ Квалификация оператора в контексте темы статьи определяется: уровнем знаний в области судебного почерковедения, позволяющим правильно выделять характеристики имитируемых признаков почерка; навыками работы с векторной графикой, достаточными для создания образа рукописи, учитывающего все графические особенности имитируемого почерка; знанием программно-аппаратных возможностей устройств, используемых для имитации рукописей и навыками в настройке параметров их работы; знаниями о видах и свойствах пишущих приборов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шлыков Д.А. Технические и программно-аппаратные средства воспроизведения почерковых объектов с использованием пишущих приборов: история развития и современные разновидности // Энциклопедия судебной экспертизы: [электронный журнал]. 2020. № 3 (26). https://proexpertizu.ru/theory_and_practice/ted/883/
2. Шлыков Д.А., Плинатус А.А., Соколов А.Ф. Проблемы методического обеспечения исследования имитаций почерковых объектов, выполненных пишущими приборами с использованием программно-аппаратных средств: причины и пути преодоления // Энциклопедия судебной экспертизы: [электронный журнал]. 2024. № 1 (32). https://proexpertizu.ru/theory_and_practice/pocherk/926/
3. Большая Советская Энциклопедия: в 30 томах. Т. 22. Ремень-Сафи / ред. А.М. Прохорова; 3-е изд. М.: Советская Энциклопедия, 1975. 627 с.
4. Большая Советская Энциклопедия: в 30 томах. Т. 11. Италия-Кваркуш / ред. А.М. Прохорова; 3-е изд. М.: Советская Энциклопедия, 1973. 607 с.
5. Юревич Е.И. Основы робототехники: учеб. пособие. 3-е изд., перераб. и доп. СПб.: БХВ-Петербург, 2010. 368 с.
6. Mikuli T. Project Calcomp Plotter 565. <https://tomislavmikulic.com/proj-565.html>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Шлыков Дмитрий Анатольевич – эксперт Автономной некоммерческой организации «Исследовательский центр “Эксперт-Защита”»; e-mail: 1437669@mail.ru

Плинатус Антон Андреевич – заместитель начальника отдела почерковедческих экспертиз и технико-криминалистического исследования документов ЭКЦ МВД России; e-mail: plinatus@list.ru

REFERENCES

1. Shlykov D.A. Technical and Hardware-Software Means for Reproducing Handwriting Objects Using Writing Devices: History of Development and Modern Varieties. *Encyclopedia of Forensic Examination: [e-journal]*. 2020. No. 3 (26). (In Russ.). https://proexpertizu.ru/theory_and_practice/ted/883/
2. Shlykov D.A., Plinatus A.A., Sokolov A.F. Problems of Methodological Support for the Study of Handwriting Object Imitations Made by Writing Instruments Using Software and Hardware: Causes and Ways to Overcome. *Encyclopedia of Forensic Examination: [e-journal]*. 2024. No. 1 (32). (In Russ.). https://proexpertizu.ru/theory_and_practice/pocherk/926/
3. *Great Soviet Encyclopedia: in 30 Volumes*. Vol. 22. Remen'-Safi / A.M. Prokhorova (ed.); 3rd ed. Moscow: Sovetskaya Entsiklopediya, 1975. 627 p. (In Russ.).
4. *Great Soviet Encyclopedia: in 30 Volumes*. Vol. 11. Italiya-Kvarkush / A.M. Prokhorova (ed.); 3rd ed. Moscow: Sovetskaya Entsiklopediya, 1973. 607 p. (In Russ.).
5. Yurevich Ye.I. *Basics of Robotics: Study Manual*. 3rd ed. Saint-Petersburg: BKhV-Peterburg, 2010. 368 p. (In Russ.).
6. Mikuli T. *Project Calcomp Plotter 565*. <https://tomislavmikulic.com/proj-565.html>

ABOUT THE AUTHORS

Shlykov Dmitrii Anatolievich – Expert of the Autonomous Non-profit Organization “Research Center “Expert-Protection”; e-mail: 1437669@mail.ru

Plinatus Anton Andreevich – Deputy Head of the Department of Handwriting Examination and Technical-Forensic Study of Documents of Expert Criminalistic Centre of the Ministry of Internal Affairs of Russia; e-mail: plinatus@list.ru

Статья поступила: 04.04.2025
После доработки: 16.06.2025
Принята к печати: 04.08.2025

Received: April 04, 2025
Revised: June 16, 2025
Accepted: August 04, 2025