

Синтез науки и искусства: научная реставрация инженерного наследия Франца Рёло

Г.А. Базанчук, С.В. Кураков, П.Н. Котельников*

Сохранение научно-технического наследия в музейном пространстве невозможно без технологий реставрации. Тема восстановления экспонатов политехнического типа очень актуальна и остро востребована сообществом профильных музеев, где по итогам текущих опросов музейных работников и их руководителей на первом месте стоит потребность в реставрации экспозиционного и архивного фондов. В статье приводятся примеры по восстановлению утрат исторических кинематических моделей коллекции Франца Рёло, системно рассматриваются различные подходы в реставрации подобных политехнических предметов. Авторы показывают, как появление новых аддитивных технологий существенно расширяет возможности традиционной реставрации, а также рассматривают вопросы в части воспроизводства музейных копий, реплик, тактильных моделей при помощи современных инновационных технологий. Работа по восстановлению утрат музейных экспонатов Ф. Рёло потребовала высокого междисциплинарного уровня взаимодействия между различными специалистами как технической, так и гуманитарной сферы науки, образования и культуры. Результатом проведённой работы, с одной стороны, стало пополнение экспозиции музея МГТУ им. Баумана уникальными экспонатами из коллекции Рёло, ранее находившимися в фондохранилище по причине серьёзных утрат и неудовлетворительного внешнего вида, а с другой – благодаря применению цифровых технологий, используемых в реставрации, появилась новая возможность для популяризации инженерного наследия Франца Рёло среди посетителей музея и специалистов различного уровня подготовки и профессиональных интересов.

Ключевые слова: научная реставрация, Франц Рёло, коллекция Ф. Рёло, политехнический предмет, цифровая модель механизма, аддитивные технологии в реставрации.

* Базанчук Галина Алексеевна – директор музея Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана (МГТУ им. Н.Э. Баумана), bga@bmstu.ru, ORCID 0009-0008-7927-7219; Кураков Сергей Витальевич – ст. преподаватель, МГТУ им. Н.Э. Баумана, kurakov@bmstu.ru, ORCID 0009-0006-9834-630X; Котельников Павел Николаевич – заведующий отделом Государственного научно-исследовательского института реставрации (ГОСНИИР), 113metal@gmail.com, ORCID 0009-0008-2418-5659.

Ссылка для цитирования: Базанчук Г.А., Кураков С.В., Котельников П.Н. Синтез науки и искусства: научная реставрация инженерного наследия Франца Рёло // Жизнь Земли. 2026. Т. 48, № 2. С. 272–284. DOI: 10.29003/m5343.0514-7468.2026_48_2/272-284.

Поступила 10.04.2026 / Принята к публикации 27.05.2026

Synthesis of Science and Art: Scientific Restoration of Franz Reuleaux' Engineering Collection

G.A. Bazanchuk¹, S.V. Kurakov¹, P.N. Kotelnikov²

¹ Museum of Bauman Moscow State Technical University

² State Research Institute for Restoration (GOSNIIR)

The preservation of scientific and technical heritage within museum space is impossible without restoration technologies. The conservation of polytechnic-type exhibits represents a pressing demand, as evidenced by recent surveys of museum professionals and administrators, which identified the restoration of archival and exhibition collections as their foremost priority. This article examines case studies in reconstructing damaged kinematic models from Franz Reuleaux' collection, systematically analyzing diverse approaches to restoring such polytechnic artifacts. The authors demonstrate how emerging additive technologies significantly expand traditional conservation capabilities while addressing the reproduction of museum copies, replicas, and tactile models through innovative methods. The restoration of Reuleaux's museum objects necessitated intense interdisciplinary collaboration among specialists spanning technical, humanistic, educational, and cultural domains. The project's outcomes include: the reintegration of previously storage-bound Reuleaux collection items – deemed unfit for display due to significant losses and poor condition – into BMSTU's permanent exhibition, and new digital communication tools, used in restoration, for promoting Reuleaux' engineering heritage among museum visitors and specialists with varying levels of expertise and professional backgrounds.

Keywords: scientific restoration, Franz Reuleaux, Reuleaux collection, polytechnic artifact, digital model of mechanism, additive technologies in restoration.

For citation: Bazanchuk, G.A., Kurakov S.V., Kotelnikov P.N., “Synthesis of Science and Art: Scientific Restoration of Franz Reuleaux' Engineering Collection”, *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] **48**, no 2, 272–284 (2026). DOI: 10.29003/m5343.0514-7468.2026_48_2/272-284.

Введение. В связи с бурным ростом промышленности в середине XIX в. в России возникает дефицит технически образованных специалистов, способных проектировать, изготавливать и эксплуатировать сложные механизмы и машины. Высшее техническое образование, которое обеспечивало теоретическую и практическую подготовку инженеров и техников, обязательно включало в учебные планы слушателей курс «Прикладная механика», который впоследствии разделился на две дисциплины – «Теория машин и механизмов» и «Детали машин». Эти академические предметы стали базовыми в политехнических школах и университетах всего мира. Их качественное преподавание было невозможно без наглядных пособий – моделей механизмов [7]. Коллекции и кабинеты моделей машин и механизмов начинают создаваться в научных сообществах.

В Берлинском высшем техническом училище Франц Рёло создал кабинет кинематических моделей (свыше 800 наименований), долго служивший образцом для высших технических школ Германии и других стран [10, 18]. Рёло пользовался большим авто-

ритетом среди учёных в области прикладной механики. Поэтому неудивительно, что его передовой инженерный и педагогический опыт был востребован в России. «Лекции Рёло можно назвать блестящими по обработанности и изяществу изложения; лекции по кинематике интересны по оригинальности изложения», – так отзывался о них Ф.Е. Орлов – профессор практической механики в Московском университете и Императорском московском техническом училище (ИМТУ) [4, с. 118].

Примерно в 1870 г. Франц Рёло передал права на изготовление части наглядных пособий по прикладной механике Густаву Фойту (Gustav Voigt), который начал изготавливать их серийно в Берлине. К 1907 г. фирма выпускала перечень, состоявший из 368 различных моделей (рис. 1). Каталог Фойта имеет две части. Первая часть состоит из ранних моделей Рёло, достаточно известных и широко представленных в музеях Германии, США и др.

Вторая, более поздняя часть, выпускалась в начале XX в. значительно меньшим количеством, т. к. фирма Фойта начинала испытывать финансовые трудности (после смерти Ф. Рёло в 1905 г.), и вскоре прекратила свою деятельность. Около 20 моделей из второй части каталога этой фирмы находятся в музее МГТУ им. Н.Э. Баумана и на сегодняшний день, скорее всего, являются последними и единственными моделями

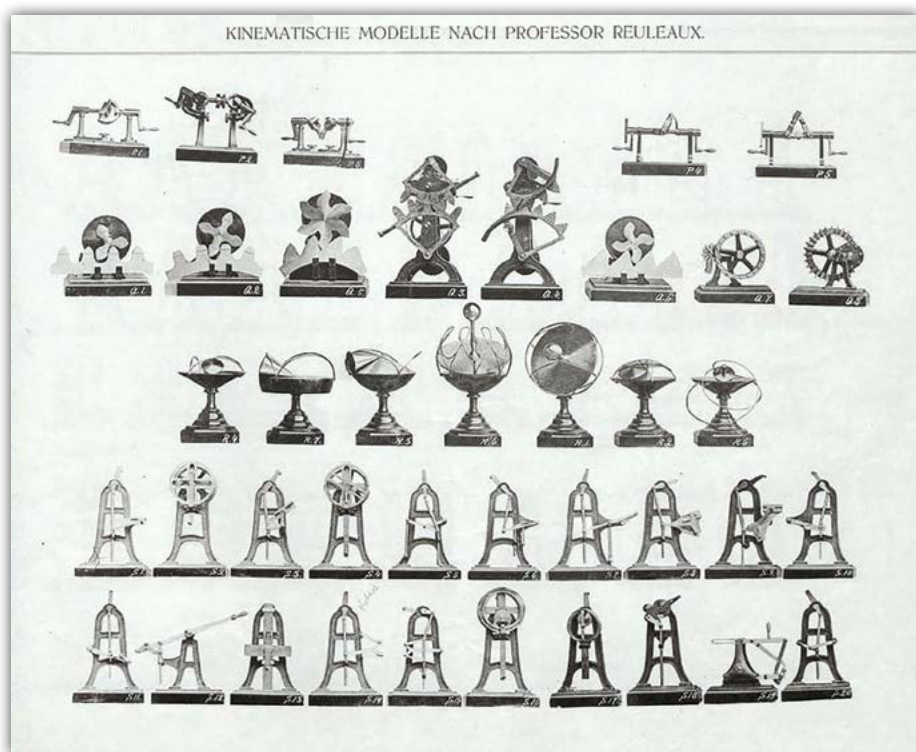


Рис. 1. Лист с изображением моделей кинематических механизмов профессора Ф. Рёло из каталога берлинской фирмы Густава Фойта, нач. XX в. Источник: фонд музея МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Fig. 1. Sheet with illustrations of kinematic mechanism models by Professor F. Reuleaux, from the catalog of Gustav Voigt, Berlin, early 20th century. From the Museum Fund of Bauman Moscow State Technical University.

Рёло в мире. Сравнивая каталог фирмы Фойта с коллекцией моделей в музее МГТУ им. Н.Э. Баумана можно сделать вывод, что эти наглядные пособия для кабинета прикладной механики в ИМТУ закупались очень выборочно и селективно. В отличие от американского Корнеллского университета, который обладает почти всеми моделями Рёло–Фойта из первой части (около 220 наименований), в музее МГТУ им. Н.Э. Баумана насчитывается порядка 50 экспонатов соответствующего типа и класса.

Данный факт объясняется тщательным отбором вариантов для существующих на тот момент методик и учебных планов ИМТУ, наличием аналогичных конструкций моделей механизмов, изготовленных в своих мастерских, экономией казённых денежных средств, практической необходимостью и, наконец, областью применения и назначением определённых моделей Рёло, далёких от деятельности училища.

В настоящее время роль кинематических моделей Рёло в образовательном процессе изменилась, т. к. изменился и традиционный курс проектирования механизмов в современной высшей школе. С развитием новых технологий данные объекты начали терять свой дидактический смысл, оставаясь при этом примером и образцом наглядности при преподавании технических дисциплин. Сегодня подобные модели не используются для демонстрации преобразования движения на лекциях по ТММ или для проведения экспериментов в учебной лаборатории – они сами стали предметом научного исследования как ценные памятники истории техники и высшего технического образования [1] и «красноречиво-молчаливые» свидетели исторических событий, переживаемых нашей страной.

Постановка проблемы и цели исследования. Восстановление музейных предметов политехнического типа на сегодняшний день является многозадачной областью реставрации со множеством неопределённостей. Основное отличие экспонатов политехнического типа от художественных объектов культуры заключается, как правило, в утилитарном функциональном назначении, наличии срока эксплуатации при серийном выпуске, различиях в техниках изготовления, условиях начальной/текущей эксплуатации или бытования. Предметы науки и техники очень часто состоят из различных материалов, в т. ч. не встречающихся ранее в научной художественной реставрации, – экспериментальных сплавов, пластмасс и иных синтетических и композиционных материалов, а также могут иметь покрытия различного типа.

Кроме наличия неизученных или малоизученных в области реставрации материалов, различного характера производственных загрязнений и повреждений, связанных с эксплуатацией в агрессивных условиях, при реставрации объектов политехнического типа важной и основной задачей является восстановление их функционального назначения, а не только реставрация формы, цветового покрытия, консервации внешнего вида и т. д.

Однако при всех различиях экспонатов науки и техники, например, от предметов декоративно-прикладного искусства, в реставрационных подходах при сохранении общего культурного наследия можно найти много общего, тем более что опыт в художественной реставрации накоплен немалый. *«Скорее, надо говорить о принципах реставрации, без которых реставрация потеряла бы свою идею: сохранить памятник, а не его идеальный образ»* [6, с. 18] – этот тезис как нельзя лучше подходит к ситуации вокруг объектов политехнического типа, которые в виде отдельных коллекций или целых экспозиций нередко представляют собой единственный материальный источник сведений о вышедших из эксплуатации объектах науки и техники – наследия технической или инженерной культуры.

В этой связи, руководствуясь этическими нормами научной реставрации объектов культурного наследия, следует отметить, что применение современных аддитивных технологий в инжиниринге при реставрации предметов политехнического типа делает возможным восстановление утраченного функционала экспоната при полной обратимости реставрационного процесса. В нашей статье рассмотрены методы восстановления работоспособности кинематических моделей механизмов при помощи аддитивных технологий. За последние 10 лет эти процессы получили широкое распространение и до сих пор остаются одними из самых удобных и быстроразвивающихся технологий производства деталей и узлов в реставрации предметов политехнического типа.

Коллекция кинематических моделей Франца Рёло – это не только «машина времени», позволяющая увидеть, как наука и техника формировали и изменяли мир. Её ценность – в материальной форме, в идеях Великого Дизайнера, которые она воплощает: наглядность и гармонию, функционал и эстетику. В музее МГТУ им. Н.Э. Баумана широко представлены учебные механизмы различных фирм и разработки многих инженеров. Но посетитель, немного присмотревшись, без особого труда определит в экспозиции модели Франца Рёло. Почему?

Все механизмы этой коллекции подчинены единому композиционному, цветовому и архитектурному замыслу своего создателя. Перечислим основные отличительные признаки моделей Рёло для последующего научно обоснованного выбора методов реставрации:

а) Основание всех предметов коллекции деревянное, окрашенное чёрным лаком, имитирующее ценные породы дерева, с лаконичной фасонной поверхностью боковой кромки. Размеры основания стандартны для кинематических групп, за редким исключением.

б) На деревянном основании находится плоская чугунная плита-постамент, на которую опирается вся конструкция модели механизма. Плита толщиной 5 мм имеет фаску по верхней кромке и строганую горизонтальную плоскость, обработанную резцом с мелким шагом поперечной подачи суппорта строгального станка. После подобной обработки шлифование и полирование не производилось. Плита имеет защитное оксидное покрытие, выполненное способом воронения, как и все чугунные детали механизма, получившие после обработки матовый чёрный цвет поверхности.

в) Большинство моделей Рёло имеет литые чугунные кронштейны, вертикально установленные на плиту-постамент. В зависимости от формы и пропорций Ф. Рёло именовал их конструкции «английскими» или «французскими» (**рис. 2**). Кронштейны очень точного литья, без заусенцев, раковин и других дефектов, также имеют чёрное оксидное покрытие.

г) Движущиеся части, подвижные кинематические звенья, зубчатые колеса и др., как правило, выполнены из латуни с последующим гальваническим никелированием. Имеют ярко выраженный гляцевый, «стальной» блеск полированной металлической поверхности.

д) Регулирующие и фиксирующие винты механизмов выполнены из латуни, покрыты со временем тёмной густой патиной. Для удобства использования боковая поверхность фасонной головки винтов имеет насечки. Резьба выполнена в дюймах по британскому стандарту.

е) При инструментальном исследовании сочленений и зазоров в конструкциях моделей механизмов обнаружена высокая точность сборки, сравнимая с технологиями изготовления математических научных инструментов [2, 3]. Ювелирная подгонка посадок в соединениях говорит о достаточно высоком уровне механической обработки металла в Германии в конце XIX века.

ж) Кроме вышеуказанных материалов в моделях Ф. Рёло широко применялось стекло (для стендов-дисплеев с указанием траектории движения точек механизма),

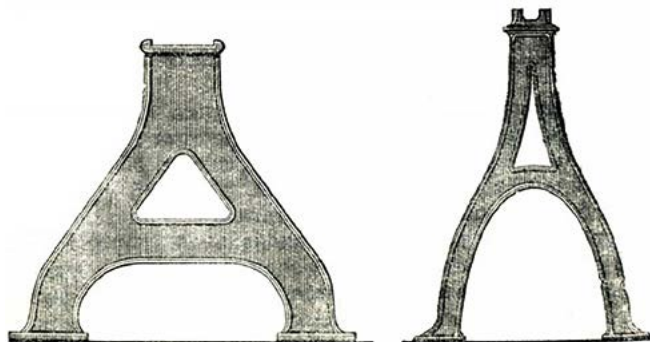


Рис. 2. Примеры типично английской (слева) и французской (справа) стоек [16].
Fig. 2. Examples of typical English (left) and French (right) brackets [16].

пропитанная каучуком кожа (красные ремни для шкивов), листовой материал для стрелок и указателей и т. п.

Аутентичность любого объекта, его мемориальное значение раскрываются только посредством наблюдения за его бытованием. Коллекция Рёло имеет многочисленные следы и отметины времени, которые отражают более чем столетнее её участие в образовательном процессе в качестве наглядного пособия.

Абсолютно все модели коллекции имеют металлические овальные шильдики с белой эмалью, на которых чёрным шрифтом нанесена заглавная буква латинского алфавита и указан номер модели по более поздней классификации 1950-х гг., разработанной профессором Л.Н. Решетовым, но отличающейся от исходной, задуманной Францем Рёло. На политехнических объектах все дополнительные следы времени должны быть сохранены, т. к. они представляют собой ценную информацию для исторического анализа и научных исследований.

Методология. Обращаясь к теме традиционной реставрации утраченных элементов из металла музейного объекта, например, оклада иконы или кабинетной скульптуры, следует отметить, что выбор методов восстановления довольно ограничен и предопределён. Все деформирующие способы обработки металлов давлением изменяют внутреннюю структуру предмета реставрации и малоприменимы или невозможны. По этой же причине следует отказываться от высокотемпературного и энергоёмкого вмешательства при прямом (типа direct – англ.) управляемом процессе наплавления металла. Не всегда возможна и уместна пайка и лазерная точечная сварка, например, на археологических металлических предметах [17].

Традиционные способы художественной реставрации абсолютно применимы к экспонатам коллекции Рёло, несмотря на то, что последние являются сугубо политехническими объектами. Ведь цели и задачи реставратора данной коллекции абсолютно идентичны методологическим нормативам при сохранении предметов декоративно-прикладного искусства (ДПИ) – необходимы высокая точность работы, сохранение исторической достоверности и соблюдение основных принципов музейной реставрации: обратимость, удаляемость восстанавливаемого фрагмента без повреждения основы и «реставрационная сигнализация». Реставратор не может производить работы, приводящие к глубоким и необратимым изменениям формы, образа и внутренней структуры материала реставрируемого музейного предмета.

Остаётся решить проблемы функционала и работоспособности аварийной кинематической модели Рёло. Но и здесь, в традиционной реставрации объектов ДПИ, накоплен большой опыт при восстановлении исторических механизмов музейных часов, музыкальных механизмов (органов, оркестрионов, роялей, музыкальных шкатулок и других автоматов), оружейных затворов и пр. Поэтому, с учётом исторической и мемориальной значимости коллекции Рёло, изучения дефектов и утрат указанных моделей механизмов, выявленных при осмотре и исследовании, а также наличия исторической технической литературы [15], справочников, цифровых библиотек [7] и каталогов оборудования [19], можно с полной уверенностью сказать, что экспонаты Рёло можно и нужно реставрировать методами традиционной художественной реставрации с учётом сохранения истории бытования предметов и технологии их изготовления.

Надо сказать, что изучение и исследование новых физико-химических процессов в металловедении, аддитивных технологиях, наплавке металлов и гальванических покрытиях открыло новые возможности для применения этих методов в научной реставрации произведений искусства из металла музейного уровня. С другой стороны, в последние годы в мире отмечается значительное повышение интереса к коллекциям механизмов как к индустриальному наследию. Сначала этот интерес возник с исторической точки зрения к наиболее старым моделям механизмов как к важным объектам изучения и сохранения памяти об истории техники и её эволюции во времени. Развитие сети Интернет вызвало появление новых форм для демонстрации коллекций редких технических устройств: вебсайтов и виртуальных музеев. Современное мультимедийное пространство позволяет проводить не только лекции и семинары по теории механизмов и машин, но и занятия по истории машиноведения, по техническому иностранному языку, выполнять научные работы с возможностью аналитического моделирования. Цифровые медийные и коммуникативные музейные формы [13] репрезентации коллекций позволяют исследователю по-новому взглянуть на инженерное наследие Рёло, в т. ч. и с точки зрения реставрационной методологии.

Исходя из анализа современного опыта использования продукции аддитивных технологий в музейном пространстве в виде наглядных моделей, арт-объектов, копий, дубликатов и др., можно выделить три основных перспективных направления (уровня) применения аддитивных процессов в научной реставрации музейных предметов политехнического типа:

- 1 уровень – «базовое» применение: замена пластмассовых деталей и/или замена утраченных деталей и узлов из металла, дерева и т. д. на аналогичные по размерам, но полученные методом 3D-печати;
- 2 уровень – воспроизведение точных или масштабируемых копий и дубликатов реальных памятников науки и техники [11]. Этот метод может использоваться в случае невозможности реставрации традиционными методами, при «отложенной» реставрации в связи с недостатком финансирования и т. п. Первая реализация проекта по созданию новых моделей Рёло способами аддитивных технологий принадлежит профессору Корнеллского университета Ф.Ч. Муну (F.C. Moon), который в начале 2000-х гг. создал цифровую библиотеку более 400 кинематических моделей (KMODDL) и применил 3D-печать для получения реплик или дубликатов оригинальных объектов Рёло (рис. 3).
- 3 уровень – использование аддитивных технологий как опорных и вспомогательных в процессах реставрации или реновации (реконструкции, ремонта или модернизации) утраченных частей объектов политехнического типа из металла, стекла, дерева и других материалов.

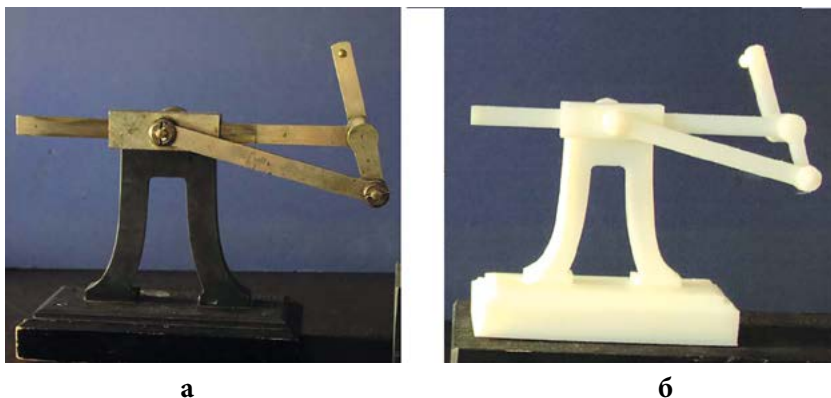


Рис. 3. Примеры оригинальной модели (а) ползуна с кривошипом и её пластиковой копии (б), напечатанной на 3D-принтере [11].

Fig. 3. Slider Crank. (a) Original Reuleaux' model, (б) Rapid prototype model [11].

Результаты исследования. Примером традиционных подходов при реставрации политехнических предметов может служить работа по восстановлению траектории движения точек сателлита модели планетарного зубчатого механизма Уатта (рис. 4).

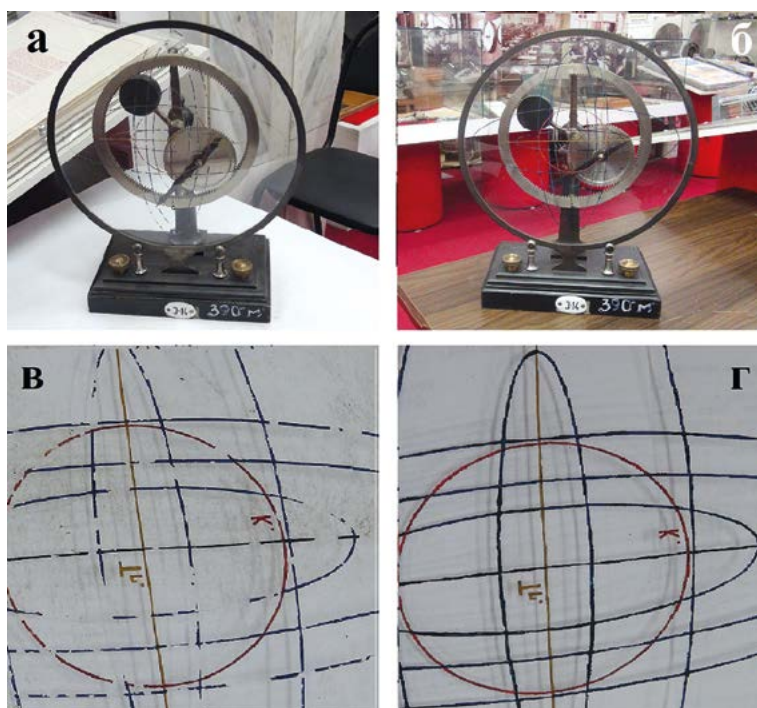


Рис. 4. Модель планетарного зубчатого механизма Уатта с траекториями движения точек сателлита до (а) и после (б) реставрации. Фрагмент стеклянного дисплея до (в) и после (г) восстановления траектории движения точек. Фото авторов.

Fig. 4. Model of Watt's planet toothed mechanism with satellite point trajectories before (а) and after (б) restoration. Fragment of the glass display before (в) and after (г) reversible restoration of the trajectory of the points. Photo by the authors.

Красочный слой на стеклянном дисплее со временем был утрачен, однако наличие выгравированных канавок позволило обратимо восполнить недостающие следы перемещения точек эллипсографа.

В коллекции Рёло музея МГТУ им. Н.Э. Баумана нет крупных и существенных утрат, она находится в хорошем состоянии. Мы покажем новые технологические возможности в реставрации на примере восстановления функционала «Модели планетарного механизма с коническими и цилиндрическими зубчатыми колёсами», выполненного по чертежам Ф. Редтенбахера, учителя Ф. Рёло, русскими мастерами и воспитанниками Московского ремесленного учебного заведения (МРУЗ) в 1862–1867 гг. (рис. 5).

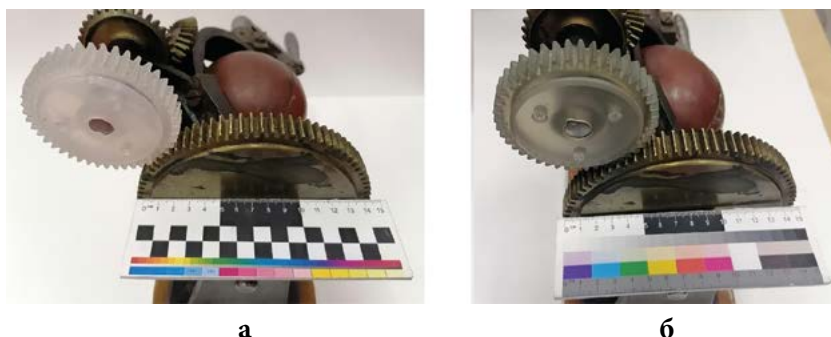


Рис. 5. Восстановленное зацепление «Модели планетарного механизма с коническими и цилиндрическими зубчатыми колёсами». Музей МГТУ им. Н.Э. Баумана, кат. номер Н-07. Прозрачные шестерни, выполненные FDM- (а) и LCD- (б) способами 3D-печати. Фото авторов.

Fig. 5. Restored gearing of the “Planetary gear model with conical and cylindrical gears”. BMSTU Museum, cat. No. Н-07. Transparent gears made by FDM (a) and LCD (b) 3D printing methods. Photos of the authors.

С помощью современной бесконтактной системы сканирования вначале были получены геометрические параметры зубчатой передачи, в которой была потеряна одна шестерня, а затем, при помощи различных способов 3D-печати, мы «вырастили» недостающий элемент и восстановили функциональное назначение модели механизма. По мнению директора «ГОСНИИР» Д.Б. Антонова, интересным решением стало изготовление прозрачного фрагмента конструкции взамен утраченного: с одной стороны, механизм восстановил свои передаточные функции, а с другой – прозрачный элемент не мешает посетителям музея осматривать экспонат, понимая при этом, какое оригинальное звено отсутствует. Этот приём относится к практикам реставрационной сигнализации и полностью обратим.

Дискуссия и выводы. При восстановлении экспонатов науки и техники требуется придерживаться реставрационных норм и этических правил, применимых к художественным изделиям и памятникам культуры, добавляя к традиционным методам реставрации инженеринговые изыскания, направленные на всестороннее изучение политехнического объекта различными специалистами, как научно-технической, так и культурологической компетенции.

Кинематические модели механизмов Ф. Рёло могут и должны реставрироваться с использованием методик реставрации предметов ДПИ. В результате проведенных исследований и реставрационных работ мы видим, что современные аддитивные технологии имеют высокий потенциал применения для реставрации, воссоздания, ремонта, реновации и реконструкции политехнических экспонатов, находящихся в экспозициях и фондах технических музеев России. Несмотря на достаточную новизну применения и возникающие сложности, результаты данных процессов уверенно удовлетворяют требованиям специалистов по критериям качества, размерной точности, шероховатости поверхности, повторяемости результата и т. д.

Нельзя не принять во внимание факты финансовых трудностей, с которыми столкнулся Френсис Мун. Так, он писал: *«Воспроизведение этих моделей на современном рынке будет очень дорогим (коллекция Корнельского университета, состоящая примерно из 250 моделей Рёло, стоила 8000 долларов в ценах 1882 года. В переводе курса доллара 1882 года в современный эквивалент это приблизительно 300 000 долларов, или же около 24 млн рублей (здесь и далее прим. авт.)). Обеспечение менее дорогостоящего метода воспроизводства с использованием таких материалов, как термопластик, является прекрасной альтернативой. Однако основные ограничения процесса быстрого прототипирования (так в 2002 г. назывались аддитивные технологии) приводят к определённым и необходимым компромиссам. В частности, мы стремимся сделать каждую модель доступной для печати в виде единого, предварительно собранного блока, чтобы она была полностью функциональной сразу из принтера. Таким образом, мы жертвуем некоторой размерной аутентичностью и подлинностью ради функционала модели»* [12, с. 219]. Опыт американских коллег следует использовать и развивать с учётом реалий настоящего времени и прогресса в аддитивных технологических процессах.

Современный философ техники В.М. Розин пишет: *«Суть инженерного способа создания технических изделий, – показываю я, – состоит в разработке такой инженерной конструкции (предполагающей реализацию определённых законов природы, определение на основе этих законов и физических экспериментов условий протекания нужных инженеру процессов природы, расчёта этих процессов и конструкции), которые позволяют запустить интересующие человека процессы природы и управлять ими...»* [5, с. 56]. Отработка возможностей аддитивных технологий при реставрации предметов политехнического типа, создание взвешенных и рациональных методик для подобных процессов позволят применить новые подходы в реставрации очень сложного культурного сегмента искусства, называемого в культурологической и искусствоведческой практиках [14] «русским авангардом». Многие специалисты-реставраторы давно заметили схожесть материалов, форм предметов, характерных признаков разрушения и прочие общие черты, присущие скульптурным абстракциям и экспонатам науки и техники. А это значит, что вопросы, связанные с применением инжиниринга, научных исследований и технических измерений в художественной реставрации, будут крайне востребованы в ближайшее время.

И, наконец, современные тренды на гуманитаризацию инженерного образования [8] и видов деятельности, безусловно, найдут свою подпитку при популяризации системного инженерного наследия Франца Рёло. Примером этому может служить неподдельный детский интерес к репликам музейных моделей механизмов, которые мы традиционно показываем на профильной выставке «ПРОреставрацию» (рис. 6).



Рис. 6. Реплики моделей Рёло, выполненные при помощи 3D-печати, в роли реквизита для детской сказки «Аддитивное королевство». Фото авторов.

Fig. 6. 3D printed replicas of Reuleaux' models as props for the children's fairy tale "The Additive Kingdom". Photo by the authors.

Литература

1. Базанчук Г.А., Кураков С.В. Инженерная графика и черчение как искусство. Экспонаты из коллекции и фондов музея МГТУ им. Н.Э. Баумана // Станкоинструмент. 2019. № 4 (17). С. 118–124. DOI: 10.22184/2499-9407.2019.17.04.118.124.
2. Базанчук Г.А., Кураков С.В., Тихомиров Г.В. Пантограф: история универсальной конструкции // Жизнь Земли. 2024. Т. 46, № 1. С. 81–89. DOI: 10.29003/m3776.0514-7468.2024_46_1/81-89).
3. Базанчук Г.А., Кураков С.В. Ранние математические инструменты в коллекции Музея МГТУ имени Н.Э. Баумана – связь естествознания и прикладной науки // Жизнь Земли. 2022. Т. 44, № 1. С. 89–98. DOI: 10.29003/m2625.0514-7468.2022_44_1/89-98.
4. Орлов Ф.Е. Дневник заграничной командировки. 1869–1872 гг. М.: Тип. Г. Лисснера и А. Гемеля, 1898. 346 с.
5. Розин В.М. Феноменологическое осмысление М. Хайдеггером техники (на материале статьи «Вопрос о технике») // Философия науки и техники. 2023. Т. 28, № 2. DOI: 10.21146/2413-9084-2023-28-2-49-62.
6. Шемаханская М.С. Металлы и вещи: История. Свойства. Разрушение. Реставрация. М.: Индрик, 2015. ISBN: 978-5-916743-73-9.
7. Ceccarelli M., Cocconcelli M. Italian Historical Developments of Teaching and Museum Valorization of Mechanism Models // Machines. 2022. 10, Article 628. DOI: 10.3390/machines10080628.
8. Chicherina N.V. Higher Education Futures: On the Diversity of Scenarios // Bylieva, D., Nordmann, A. (eds). Scenarios, Fictions, and Imagined Possibilities in Science, Engineering, and Education. PCSF 2024 // Lecture Notes in Networks and Systems. 2024. Vol. 1203. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-031-76797-5_13.
9. Digital library. Kinematic Models for Design. Cornell University College of Engineering (<https://digital.library.cornell.edu/collections/kmoddl>).

10. Golovin A., Tarabarin V. Russian Models from the Mechanisms Collection of Bauman University. Springer, Dordrecht, 2010. DOI: 10.1007/978-1-4020-8776-9.
11. Lipson H., Moon F.C., Hai J., et al. 3D-Printing the History of Mechanisms // *J. of Mechanical Design*. 2005. 127 (5), ACME. P. 1029–1033. DOI: 10.1115/1.1902999.
12. Moon F.C. Robert Willis and Franc Reuleaux: Pioneers in Theory of Machines // *Notes and Records*. 2003. 57 (2), Royal Soc. DOI: 10.1115/1.1902999.
13. Nordmann A. And the Band Plays On – Remarks for an Aesthetics of Persistence // *Technology and Language*. 2025. Vol. 6, № 1 (18). P. 70–81. DOI: 10.48417/technolang.2025.01.07.
14. Nordmann A. Hermeneutic Dimensions of Science and Technology // *Technology and Language*. 2025. Vol. 6, № 2 (19). P. 1–20. DOI: 10.48417/technolang.2025.02.01.
15. Reuleaux F. *Der Constructeur* // Friedrich Vieweg und Sohn. Braunschweig, 1876.
16. Reuleaux F. *Über den Maschinenbaustil*. Vieweg, Braunschweig, 1862 (<https://www.dmglib.org/dmglib/main/portal.jsp?mainNaviState=browsen.docum.viewer&phyPageNo=1&id=1366009>).
17. Treister M., Ravich I. Chinese mirrors from the burials of the nomads of Eastern Europe of the second half of the 1st millennium BC-first centuries AD: Typology, chronology, distribution and technology of manufacture // *Advances in Archaeomaterials*. 2021. Vol. 2 (1). P. 24–48. DOI: 10.1016/j.aia.2021.07.001.
18. Van der Wijk V., Herder J.L. The work of Otto Fischer and the historical development of his method of principal vectors for mechanism and machine science // *History of Mechanism and Machine Science*. Vol. 15. Springer International Publishing, 2012. DOI: 10.1007/978-94-007-4132-4_36.
19. Voigt G. *Kinematic Models After Reuleaux*. Catalog. Berlin, 1907.

References

1. Bazanchuk, G.A., Kurakov, S.V., “Engineering graphics and drawing as an Art. Exhibits from the museum collection of the Bauman Moscow State Technical University”, *Stankoinstrument* 4 (17), 120 (2019) (in Russian). DOI: 10.29003/m2625.0514-7468.2022_44_1/89-98.
2. Bazanchuk, G.A., Kurakov, S.V., Tichomirov, G.V., “Pantograph: the History of This Universal Device”, *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] 46 (1), 81–89 (2024) (in Russian). DOI: 10.29003/m3776.0514-7468.2024_46_1/81-89.
3. Bazanchuk, G.A., Kurakov, S.V., “Early mathematical instruments in the museum collection of the Bauman Moscow State Technical University: The connection of natural and applied sciences”, *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] 44 (1), 90–91 (2022) (in Russian). DOI: 10.29003/m2625.0514-7468.2022_44_1/89-98.
4. Orlov, F.E., *Diary of My Business Trip Abroad. 1869–1872* (Moscow: G. Lissner and A. Gemel, 1898) (in Russian).
5. Rozin, V.M., “Phenomenological Understanding of Technology by M. Heidegger (on the Material of the Article «The Question Concerning Technology»)”, *Philosophy of science and technology* 28 (2) (2023) (in Russian). DOI: 10.21146/2413-9084-2023-28-2-49-62.
6. Shemakhanskaya, M.S., *Metals and Things: History. Properties. Destruction. Restoration* (Moscow: Indrik, 2015) (in Russian).
7. Ceccarelli, M., Cocconcelli, M., “Italian Historical Developments of Teaching and Museum Valorization of Mechanism Models”, *Machines* 10, Article 628 (2022). DOI: 10.3390/machines10080628.
8. Chicherina N.V., “Higher Education Futures: On the Diversity of Scenarios”, *Scenarios, Fictions, and Imagined Possibilities in Science, Engineering, and Education*. PCSF 2024. *Lecture Notes in Networks and Systems* 1203 (Springer, Cham., 2024). DOI: 10.1007/978-3-031-76797-5_13.
9. *Digital library. Kinematic Models for Design*. Cornell University College of Engineering (<https://digital.library.cornell.edu/collections/kmoddl>).
10. Golovin, A., Tarabarin, V., *Russian Models from the Mechanisms Collection of Bauman University* (Springer, Dordrecht, 2010). DOI: 10.1007/978-1-4020-8776-9.
11. Lipson, H., Moon, F.C., Hai, J., et al., “3D-Printing the History of Mechanisms”, *J. of Mechanical Design* 127 (5), ACME, 1029–1033 (2005). DOI: 10.1115/1.1902999.
12. Moon, F.C., “Robert Willis and Franc Reuleaux: Pioneers in Theory of Machines”, *Notes and Records* 57 (2), Royal Soc., 219 (2003). DOI: 10.1115/1.1902999.
13. Nordmann, A., “And the Band Plays On – Remarks for an Aesthetics of Persistence”, *Technology and Language* 6, no 1 (18), 70–81 (2025). DOI: 10.48417/technolang.2025.01.07.

14. Nordmann, A., “Hermeneutic Dimensions of Science and Technology”, *Technology and Language* **6**, no 2 (19), 1–20 (2025). DOI: 10.48417/technolang.2025.02.01.
15. Reuleaux, F., “Der Constructeur”, *Friedrich Vieweg und Sohn* (Braunschweig, 1876).
16. Reuleaux, F., *Über den Maschinenbaustil* (Vieweg, Braunschweig, 1862) (<https://www.dmg-lib.org/dmglib/main/portal.jsp?mainNaviState=browsen.docum.viewer&phyPageNo=1&id=1366009>).
17. Treister, M., & Ravich, I., “Chinese mirrors from the burials of the nomads of Eastern Europe of the second half of the 1st millennium BC–first centuries AD: Typology, chronology, distribution and technology of manufacture”, *Advances in Archaeomaterials* **2** (1), 24–48 (2021). DOI: 10.1016/j.aia.2021.07.001.
18. Van, der Wijk, V., Herder, J.L., “The work of Otto Fischer and the historical development of his method of principal vectors for mechanism and machine science”, *History of Mechanism and Machine Science* **15** (Springer International Publishing, 2012). DOI: 10.1007/978-94-007-4132-4_36.
19. Voigt, G., *Kinematic Models After Reuleaux. Catalog* (Berlin, 1907).