

МИНИСТЕРСТВО КУЛЬТУРЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ РЕСТАВРАЦИИ» (ФГБНИУ «ГОСНИИР»)

Художественное наследие.
Исследования. Реставрация. Хранение.
Art Heritage. Research. Storage. Conservation.

Международное сетевое рецензируемое научное издание

№1 2024

МОСКВА 2024

THE MINISTRY OF CULTURE OF THE RUSSIAN FEDERATION

THE STATE RESEARCH INSTITUTE FOR RESTORATION

Художественное наследие.
Исследования. Реставрация. Хранение.
Art Heritage. Research. Storage. Conservation.

An international peer-reviewed online scientific journal

No 1 2024

MOSCOW 2024

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Д.Б. Антонов

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

А.С. Макарова

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**А.Н. Балаш, В.В. Баранов, С.И. Баранова, Г.И. Вздорнов, В.Г. Гагарин,
М.Ф. Дубровин, В.В. Игошев, С.С. Ипполитов, С.А. Кочкин, А.В. Кыласов,
Л.И. Лифшиц, Т.К. Мкртычев, А.В. Окорочков, С.А. Писарева, И.Н. Проворова,
И.Г. Равич, Н.Л. Ребрикова, Н.В. Синявина, С.В. Филатов, Н.Е. Шафажинская,
О.В. Яхонт.**

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ РЕДАКЦИИ:

О. Г. Кирьянова

РЕДАКТОР:

Г. И. Герасимова

Выходит 4 раза в год

Адрес редакции:

107014, г. Москва, ул. Гастелло, д. 44 стр. 1

e-mail: journal@gosniir.ru

Сайт: <http://www.journal-gosniir.ru/>

Свидетельство о регистрации СМИ ЭЛ. № ФС77-82901 ОТ 14.03.2022

ISSN 2782-5027

EDITOR-IN-CHIEF:

Dmitriy B. Antonov

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:

Anastasia S. Makarova

EDITORIAL BOARD:

**A.N. Balash, V.V. Baranov, S.I. Baranova, G.I. Vzdornov, V.G. Gagarin, M.F. Dubrovin,
V.V. Igoshev, S.S. Ippolitov, S.A. Kochkin, A.V. Kylasov, L.I. Lifshic, T.K. Mkrtychev,
A.V. Okorokov, S.A. Pisareva, I.N. Provorova, I.G. Ravich, N.L. Rebrikova, N.V. Sinyavina,
S.V. Filatov, N.E. Shafazhinskaya, O.V. Yahont.**

EXECUTIVE SECRETARY:

O. G. Kiryanova

EDITOR:

G. I. Gerasimova

Quarterly journal

Address:

44-1, Gastello St., Moscow, Russia, 107014

e-mail: journal@gosniir.ru

Web-site: <http://www.journal-gosniir.ru/>

Mass media registration certificate EL. N° FS77-82901 from 14.03.2022

ISSN 2782-5027

СОДЕРЖАНИЕ

DOI: 10.24412/2782-5027-2024-1-7-18

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

Применение аддитивных технологий в реставрации предметов
политехнического типа с периодическим зубчатым профилем

7

DOI: 10.24412/2782-5027-2024-1-19-34

Баранов В. В., Лаврентьева Е. В.

Основные приёмы старообрядческой реставрации и имитации
древней иконописи в XIX — начале XX века

19

DOI: 10.24412/2782-5027-2024-1-35-46

Семенов М. А.

Панорама Яна Бликланда «Вид Москвы с Воробьёвых гор»:
сохранение целостности графического произведения

35

DOI: 10.24412/2782-5027-2024-1-47-58

Фролова Е. Е.

Консервация рисунков с поврежденным красочным слоем.
К вопросу о методах укрепления

47

DOI: 10.24412/2782-5027-2024-1-59-70

Цхай А. А.

Лецитин как средство для смягчения кожаных переплетов

59

CONTENTS

DOI: 10.24412/2782-5027-2024-1-7-18

Bazanchuk G. A., Kotelnikov P. N., Kurakov S. V.

Application of additive technologies in the restoration of polytechnic type objects with periodic tooth profile

7

DOI: 10.24412/2782-5027-2024-1-19-34

Baranov V. V., Lavrentyeva E. V.

The main methods of old believers' restoration and imitation of ancient icon painting in the 19th — early 20th centuries

19

DOI: 10.24412/2782-5027-2024-1-35-46

Semenov M. A.

Panorama of Jan Blickland "View of Moscow from the Vorobiovy gory": in the conserving of a single artwork

35

DOI: 10.24412/2782-5027-2024-1-47-58

Frolova E. E.

Conservation of drawings with a ruined paint layer. Consolidation methods

47

DOI: 10.24412/2782-5027-2024-1-59-70

Tskhay A. A.

Lecithin as a means of softening leather bindings

59

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

ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РЕСТАВРАЦИИ ПРЕДМЕТОВ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ТИПА С ПЕРИОДИЧЕСКИМ ЗУБЧАТЫМ ПРОФИЛЕМ

Тема восстановления экспонатов политехнического типа очень актуальна и остро востребована сообществом научно-технических музеев, где по итогам текущих опросов музейных работников и их руководителей на первом месте стоит потребность в реставрации экспозиционного и архивных фондов. В статье приводятся примеры по восстановлению утрат кинематических моделей механизмов из исторической системной коллекции музея МГТУ им. Н.Э. Баумана, рассматриваются вопросы в части измерений, изготовления, подбора оборудования и материалов, окончательной установки «выращенных» деталей зубчатых зацеплений при помощи аддитивных технологий. В последние 10 лет эти процессы получили широкое распространение, и до сих пор являются одними из самых удобных и быстроразвивающихся технологий производства деталей и узлов в реставрации предметов политехнического типа. В статье авторы выделяют перспективные направления использования продукции аддитивных технологий в музейном пространстве в виде наглядных моделей, арт-объектов, копий, дубликатов и др. Работа по восстановлению утрат музейных экспонатов политехнического типа потребовала высокого междисциплинарного взаимодействия между различными специалистами как технической, так и гуманитарной сфер науки, образования и культуры; и авторы полагают, что опыт, показанный в этой статье, будет интересен широкому кругу читателей. Предлагаемый материал публикуется впервые.

Ключевые слова: аддитивные технологии в реставрации, 3D-печать, инжиниринг, кинематические модели механизмов, музейные экспонаты политехнического типа, метод послойного наплавления, CAD-модель.

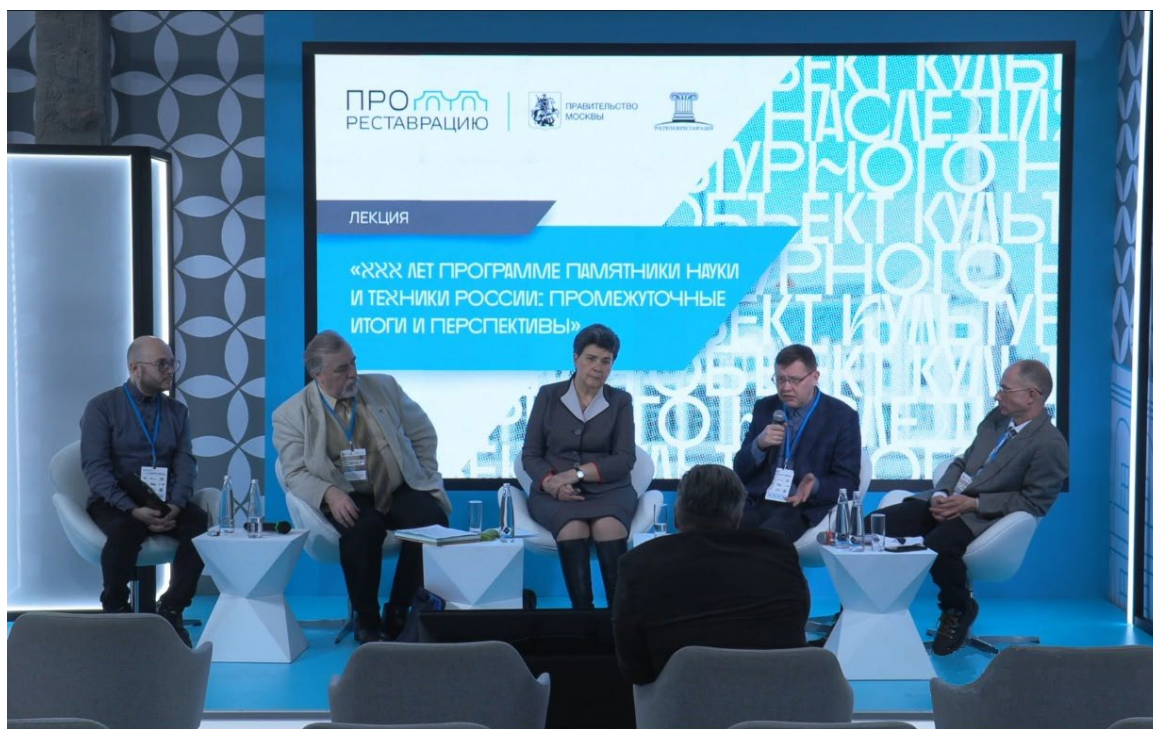
G. A. Bazanchuk, P. N. Kotelnikov, S. V. Kurakov

APPLICATION OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN THE RESTORATION OF POLYTECHNIC TYPE OBJECTS WITH PERIODIC TOOTH PROFILE

The topic of restoring polytechnic exhibits is very relevant and in great demand by the community of scientific and technical museums, where, according to the results of current surveys of museum workers and their managers, the need for restoration of exhibition and archival funds is in first place. The article provides examples of restoring the lost parts of kinematic models from the historical system collection of the BMSTU Museum, issues related to measurements, manufacturing, selection of equipment and materials, and final installation of "grown" gear parts using additive technologies are considered. In the last 10 years, these processes have become widespread, and are still one of the most convenient and rapidly developing technologies for the production of parts and assemblies for the restoration of polytechnic objects. In the article, the authors highlight promising areas for using additive technology products in the museum space in the form of visual models, art objects, copies, duplicates, etc. The work of restoring the loss of polytechnic museum exhibits required high interdisciplinary interaction between various specialists, both technical and humanitarian fields of science, education and culture, and the authors believe that the experience shown in this article will be of interest to a wide range of readers. The proposed material is published for the first time.

Keywords: additive technologies in restoration, 3D printing, engineering, kinematic models of mechanisms, polytechnic museum exhibits, fused deposition modeling, CAD model.

Восстановление музейных предметов политехнического типа на сегодняшний день является многозадачной областью реставрации, со множеством неопределенностей, возникающих в ходе работы специалиста. Проблема сохранения объектов научно-технического наследия активно обсуждалась за круглым столом «XXX лет программе "Памятники науки и техники России": промежуточные итоги и перспективы», проведенном в рамках московской выставки «ПРОреставрацию. Импортозамещение в реставрационных материалах и технологиях» 30 ноября 2023 года¹. Среди участников дискуссии были ведущие специалисты ФГБУК «Политехнический музей», организаторы частных реставрационных центров, а также авторы этой статьи (ил. 1). 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 том числе, не встречающихся ранее в научной художественной реставрации, — экспериментальных сплавов, пластмасс и иных синтетических и композиционных материалов, а также могут иметь покрытия различного типа.



Ил. 1.
Дискуссия участников круглого стола «XXX лет программе "Памятники науки и техники России": промежуточные итоги и перспективы». Фото авторов

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 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»², — этот тезис как нельзя лучше подходит к ситуации вокруг объектов политехнического типа. Последние в виде отдельных

коллекций или целых экспозиций нередко представляют собой единственный материальный источник сведений о вышедших из эксплуатации объектах науки и техники — наследии технической или инженерной культуры.

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

В связи с бурным ростом промышленности в середине XIX века возникает дефицит технически образованных специалистов, способных проектировать, изготавливать и эксплуатировать сложные механизмы и машины. Высшее техническое образование, которое обеспечивает теоретическую и практическую подготовку инженеров и техников, обязательно включало в учебные планы два курса: «Теория машин и механизмов» (далее «ТММ») и «Детали машин». Эти предметы были основными в политехнических школах и университетах. Качественное преподавание названных дисциплин было невозможно без наглядных пособий — моделей механизмов. Коллекции и кабинеты моделей машин и механизмов начинают создаваться в научно-технических институтах и сообществах (ил. 2).



Ил. 2.

Фото коллекции кинематических моделей для преподавания курса «Прикладной механики» в ИМТУ, Москва. Открытка нач. XX века. Музей МГТУ им. Н.Э. Баумана

В настоящее время роль моделей механизмов изменилась, так как 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. Скажем так, сегодня модели используются не только для демонстрации преобразования движения на лекциях по «Теории машин и механизмов» или для проведения экспериментов в учебной лаборатории, — фактически сами эти модели стали предметом научного исследования как ценные памятники

истории техники³. В музей МГТУ им. Н.Э. Баумана системная коллекция кинематических моделей отечественных и зарубежных научных школ была передана после длительного бытования этих объектов в качестве наглядных лекционных пособий; с достаточным списком утрат, свойственных предметам, более века участвующим в учебно-образовательном процессе.

Исходя из анализа современного опыта использования продукции аддитивных технологий в музейном пространстве в виде наглядных моделей, арт-объектов, копий, дубликатов и др., можно выделить 3 (три) основных перспективных направления (уровня) применения аддитивных процессов в научной реставрации музейных предметов политехнического типа:

- 1-й уровень — «базовое» применение:

- замена пластмассовых деталей на такие же из полимера;

- замена утраченных деталей и узлов из металла, дерева и т. д. на аналогичные по размерам, но полученные методом 3D-печати;

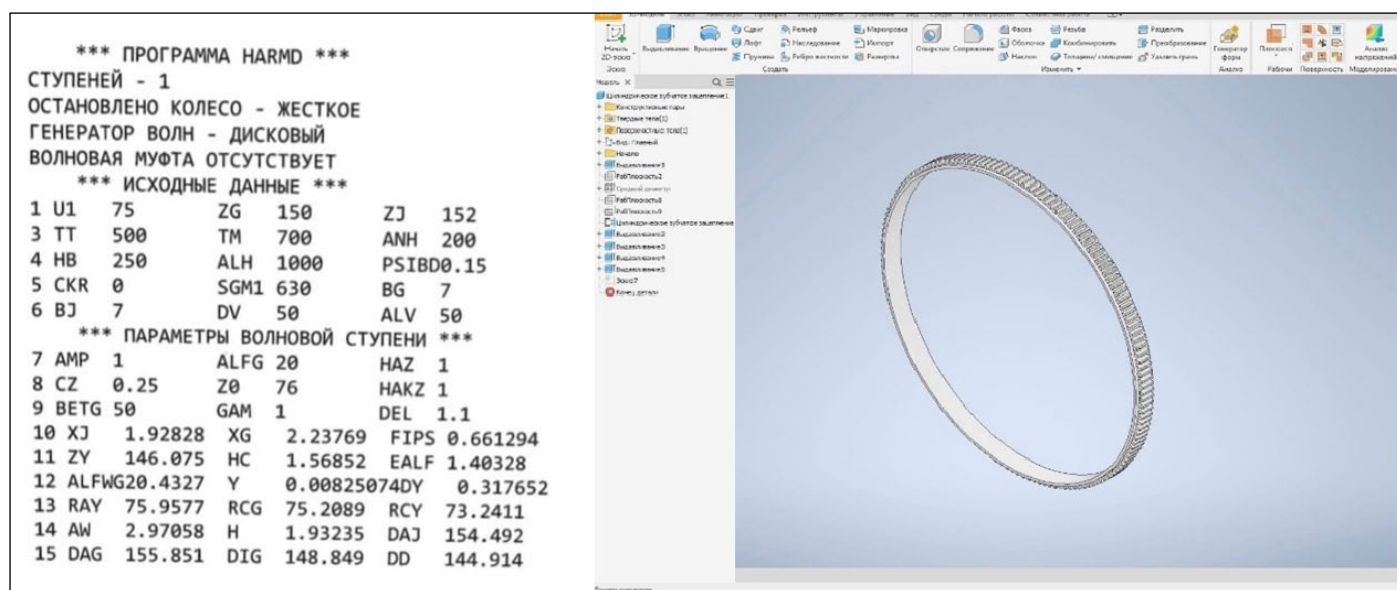
- 2-й уровень — воспроизведение точных или масштабируемых копий и дубликатов реальных памятников науки и техники. Этот метод может использоваться в случае невозможности реставрации традиционными методами, при «отложенной» реставрации в связи с недостатком финансирования и т. п.;

- 3-й уровень — использование аддитивных технологий как опорных и вспомогательных в реставрации или реновации (реконструкции, ремонта или модернизации) утраченных частей объектов политехнического типа из металла, стекла, дерева и других материалов.

Начнем с реализации 1-го уровня — возможности замены утраченной детали с целью восстановления работоспособности механизма. Обратимся к работе, которую недавно выполнили два студента 3-го курса МГТУ им. Н.Э. Баумана в рамках одного университетского конкурса. В 1990-х годах на лекции курса «Теория машин и механизмов» кафедры РК-2, при неаккуратном показе работы модели механизма (редуктора), демонстрирующего волновую зубчатую передачу с роликовым генератором волн и гибким колесо-кольцом, последний элемент выпал на пол. Так как это тонкое колесо-кольцо было выполнено из твёрдой, но хрупкой пружинной стали, — оно раскололось на множество мелких частей-осколков. Встал вопрос о замене утраченной детали. Забегая вперед, скажем, что больше всех результат реставрации удовлетворил автора данного волнового редуктора — заведующего кафедрой «Теория машин и механизмов» Г.А. Тимофеева, который, с его слов, «сам бы применил подобный карбоновый пластик, если бы он был в наличии в 1970-е годы».

Изначально материалом для гибкого колеса был выбран простой и дешевый ABS-пластик (ударопрочная техническая термопластическая смола на основе сополимера «А» — акрилонитрила с «В» — бутадиеном и «S» — стиролом). Однако, впоследствии от данной формулы пришлось отказаться, — в силу значительных радиальных деформаций материал гибкого колеса стал расслаиваться. Был выбран PLA-пластик (сокращение от Polylactic Acid — полилактид / полимолочная кислота) с Carbon Fiber (с добавлением углеволокна, около 20%) — достаточно дорогой термопластичный полимер, но с подходящими механическими свойствами, гибкий и устойчивый к переменным радиальным нагрузкам. При помощи программы HARMD были рассчитаны параметры гибкого колеса, затем при помощи CAD-системы

“Inventor” (ил. 3) создан ряд цифровых моделей гибкого колеса разных диаметров, для более точной подгонки гибкой детали и правильной (плавной) работы волнового редуктора.



Ил. 3.

Этапы создания цифровой CAD-модели утраченного элемента механизма: (слева) параметры волновой зубчатой передачи, рассчитанные программой HARM D; (справа) модель гибкого колеса в Autodesk Inventor Professional 2020

Студенты воспользовались широко распространенным⁴ FDM-способом печати (Fused Deposition Modeling — метод послойного наплавления), вырастили несколько гибких колес разного диаметра, близкого к расчетному; аккуратно собрали механизм, подобрав необходимые параметры боковых зазоров деформируемого колеса-кольца; и тем самым полностью восстановили работоспособность наглядного пособия (ил. 4). При этом был реализован принцип обратимости реставрации, колесо-кольцо имеет все выраженные признаки новой детали; выполненное из мягкого пластика, оно не изнашивает в зацеплении зубья старого неподвижного колеса. По мере износа зубьев колеса-кольца легко его заново изготовить / вырастить.

В качестве примера реализации 2-го уровня (создание музейных копий и реплик) мы покажем всё тот же волновой редуктор, но заново спроектированный с циклоидальным, а не эвольвентным зацеплением⁵. Модель механизма для экспозиции технического музея разработал и изготовил к. т. н., эксперт Постоянной комиссии Международной федерации по теории механизмов и машин (IFTToMM) В. Б. Тарабарин (ил. 5).

Модель содержит двенадцать печатных деталей: одно гибкое колесо, одно жесткое колесо, фланец корпуса, два ролика генератора, две крышки ролика генератора, две части водила, две ножки основания и приводная рукоятка. Параметры модели:

- число зубьев колес — гибкого $z_1 = 60$, жесткого $z_2 = 62$;
- диаметр гибкого колеса — наружный $d_{a1} = 97.6$ мм, внутренний $d_{i1} = 91.2$ мм;

- диаметр жесткого колеса — наружный $d_{e2} = 112$ мм, внутренний $d_{a2} = 97.6$ мм;
- высота зуба $h_1 = h_2 = 2$ мм;
- ширина зубчатого венца $b_1 = b_2 = 16$ мм.

Габаритные размеры 160 × 102 × 155 мм, масса изделия 297 г.



Ил. 4.

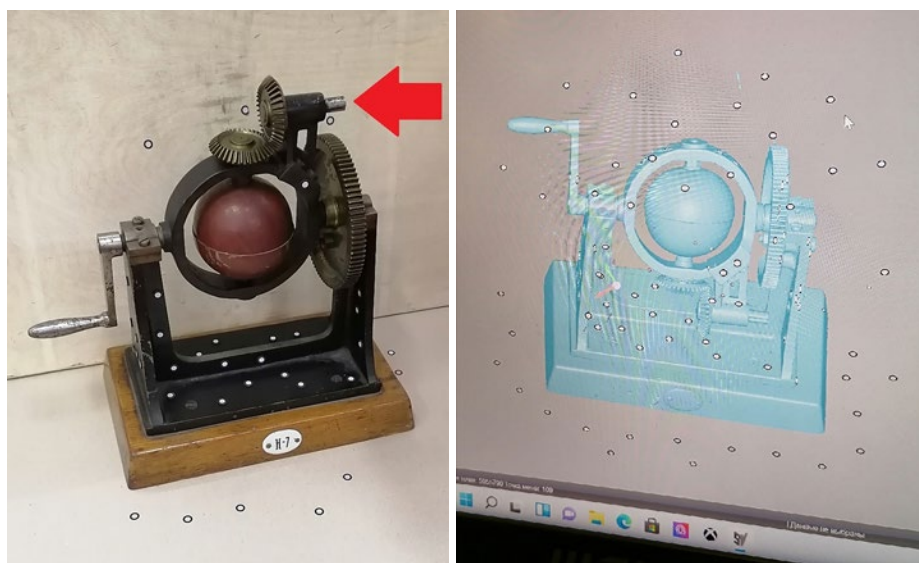
FDM — печать гибкого колеса на 3D-принтере (слева); два варианта гибких колес с разным диаметром для подбора (посередине); работоспособная модель волнового механизма с пластиковым гибким колесом (справа).
Фото авторов

Подобные научные подходы к изучению культурного наследия становятся остро востребованными в музейном пространстве, взять хотя бы глобальный международный многолетний проект по изучению антикитерского механизма⁶. В нашем случае аддитивная печать позволяет достаточно бюджетно изготовить необходимый прототип с прогнозируемым качеством, что является удачным и незаменимым решением для создания библиотек цифровых моделей музейных объектов в рамках популяризации науки, а также для синтеза новых механизмов и устройств⁷. Однако не будем останавливаться на этом подробно — это тема отдельной статьи.

Реализацию 3-го уровня и применение аддитивных технологий, — как опорных и вспомогательных в процессах реставрации утраченных частей объектов политехнического типа из металла, — мы покажем на примере восстановления работоспособности политехнического объекта «Модель планетарного механизма с коническими и цилиндрическими зубчатыми колесами» (кат. номер Н-07) из музея МГТУ им. Н.Э. Баумана. У данного экспоната была утрачена шестерня более 30 лет назад, когда модель механизма служила наглядным пособием и участвовала в учебном процессе. В результате обрыва кинематической цепи конические колеса не вращались и не поворачивали сферу. На начальном этапе при помощи лазерного сканирования мы получили цифровой образ механизма для определения линейных размеров его функциональных элементов (ил. 6).



Ил. 5.
Модели редуктора
с волновой зубчатой передачей
и циклоидальными профилями
зубьев, выполненной методами
аддитивной печати. Фото авторов

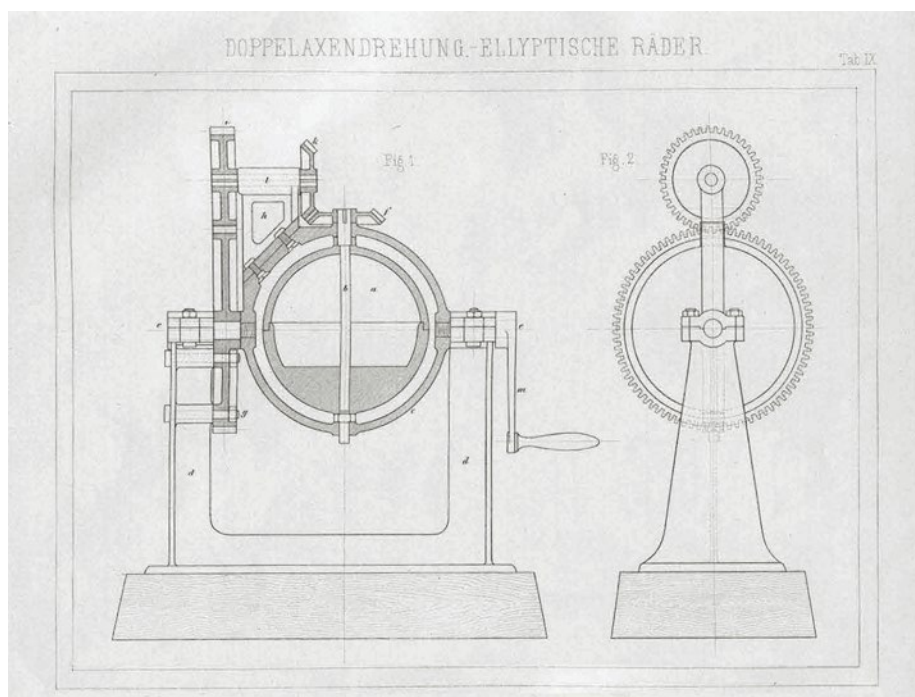


Ил. 6.
(слева) модель механизма
с установленными маркерами для
3D-сканирования (стрелкой показано
место утраченной шестерни);
(справа) в процессе сканирования
формируется облако точек
поверхности объекта.
Фото авторов

Проблема воссоздания цилиндрической шестерни состояла в том, что размеры и параметры зацепления были неметрические, незвольвентные, с нестандартным модулем зубчатого колеса ($m = 1,76$). Этот краеугольный момент обусловлен временем изготовления экспоната (1862–1867 гг.) в мастерских Московского ремесленного учебного заведения⁸ (далее — МРУЗ); тогда были совсем другие технологии зубонарезания — методом строгания, а не фрезерования, применялись иные (ранние) профили зубчатых зацеплений. Директор МРУЗ А.С. Ершов в середине XIX века совершил ряд поездок в Европу для ознакомления с уровнем преподавания курса «Прикладной механики» в западных странах. По-видимому, именно в одной из подобных командировок Александр Степанович приобрел популярный в то время атлас "Die Bewegungs-Mechanismen" («Механизмы движения», а точнее — «Кинематические модели механизмов») Фердинанда Редтенбахера, изданный в Мангейме (Mannheim) в 1857 году⁹. Чертежи известного австрийского механика были

творчески переработаны под существовавшие на тот момент в России технологии, и именно по этим адаптированным чертежам была создана русская коллекции моделей механизмов.

Обратившись к атласу (ил. 7), мы нашли чертеж и описание принципов работы Doppelaxendrehung (механизма с двухосным вращением). Простой подсчет показал, что у Редтенбахера передаточное отношение первичного звена $40/80 = \frac{1}{2}$, а у нашего механизма — $?/88$, что позволило найти количество зубьев утраченной шестерни, равное 44.



Ил. 7.

Чертеж механизма
"Doppelaxendrehung"
Ф. Редтенбахера.

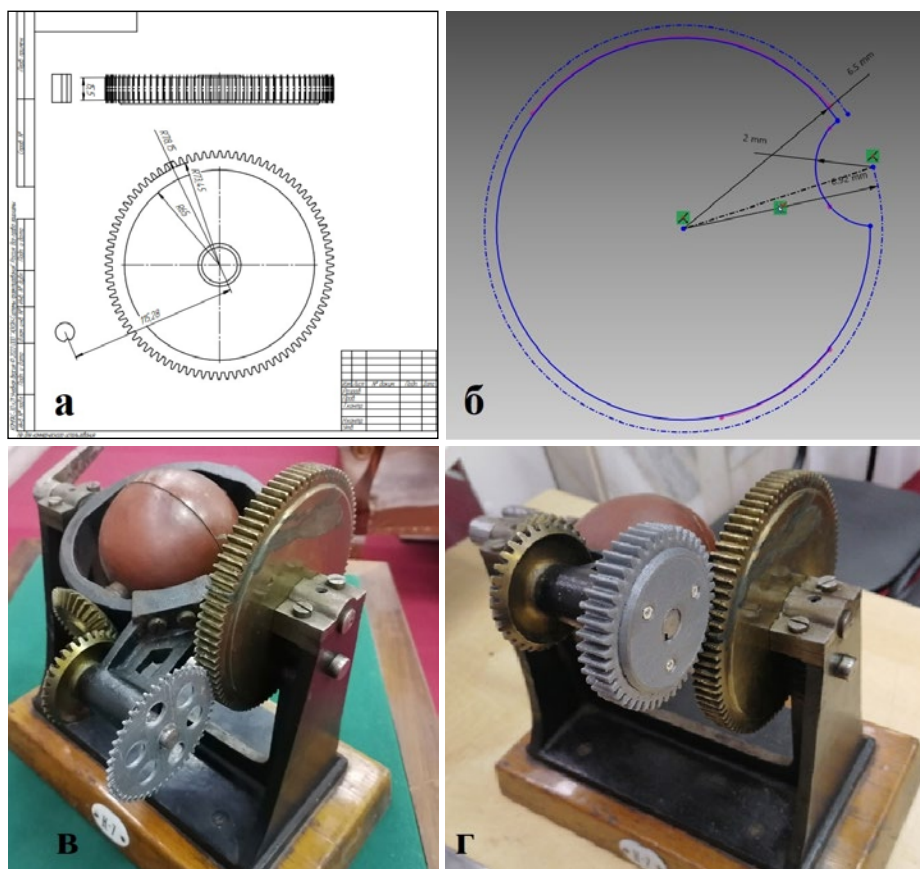
Источник открытого доступа: Cornell
University Library. — URL: <https://hdl.handle.net/1813/58737> (дата
обращения: 13.01.2024)

3-D сканирование объекта позволило точно рассчитать межосевое расстояние зубчатой передачи, аналитически восстановить геометрию зубьев шестерни, создать твердотельную CAD-модель утраченного элемента и напечатать пробную версию шестерни на 3D-принтере из PLA-пластика (ил. 8). После проверки и восстановления работоспособности механизма при помощи аддитивных технологий осталось лишь решить: на каком этапе заканчивать реставрационные работы?

В дальнейшем развитии подходов по реставрации подобных предметов политехнического типа применительно к нашему объекту нам видятся следующие варианты исполнения:

- оставить всё как есть либо напечатать шестерню из пластика «под латунь», а затем тонировать эту деталь, чтобы она не выделялась из общего вида механизма;
- изготовить прозрачную шестерню (мнение директора ГОСНИИР Д. Б. Антонова). В этом случае нужно аддитивными способами изготовить две полуформы и залить туда прозрачную эпоксидную смолу. Печать прозрачным пластиком тоже возможна, но изделие в этом случае может иметь матовую внутреннюю фактуру, не устранимую обычной полировкой;
- создать новую латунную шестерню, используя различные методы зубонарезания, например, электроэрозионный, или копировать профиль на токарном станке с установкой делительной головки и т. п.;

- спроектировать и изготовить однолезвийный инструмент по форме впадин зубьев шестерни и выстругать зубчатый профиль латунной шестеренки при помощи делительной головки на современном зубонарезном станке, полностью повторив рабочие движения, схему обработки и технологию середины XIX века;



Ил. 8.

Этапы инжиниринга в реставрационном процессе восстановления механизма:

- а) создание полноразмерной цифровой модели существующего зацепления в среде CAD с использованием результатов сканирования;
- б) аналитический расчет и построение периодического профиля утраченного элемента;
- в) проверка параметров зубчатого зацепления с пробной шестеренкой;
- г) восстановленное зубчатое зацепление с полноразмерной шестерней, напечатанной на 3D-принтере.

Фото авторов

Как видим, вариантов достаточно количество, и мы обязательно познакомим читателя с окончательным вариантом работы по восстановлению вышеуказанной модели кинематического механизма в следующих выпусках журнала «Художественное наследие»

Проведённые исследования и реставрационные работы показывают следующее. 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 удовлетворяют¹⁰ требованиям специалистов по критериям качества, размерной точности, шероховатости поверхности, повторяемости результата и т. д. и позволяют сформулировать следующие 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 инжиниринговые изыскания, направленные на всестороннее изучение политехнического объекта различными специалистами — как научно-технической, так и культурологической компетенций;

- в музее МГТУ им Н.Э. Баумана практически нет утрат 1-го базового уровня. Однако это не значит, что разрушенных пластиковых и пластмассовых объектов нет

в других музеях, следовательно, процесс внедрения аддитивных технологий в реставрацию может быть рекомендован к использованию реставраторами и инженерами-технологами уже сегодня;

- в настоящее время вопросы по воссозданию и репликации моделей (2-й уровень) стоят очень остро, так как растущее количество обучаемых, усложнение технических средств и программ обучения требует наглядного подхода в высшем техническом образовании;

- работы по использованию аддитивных технологий в ходе реставрации изделий политехнического типа ни в коей мере не исключают вклад этих процессов в общую реставрацию изделий декоративно-прикладного искусства;

- отработка возможностей аддитивных технологий при реставрации предметов политехнического типа, создание взвешенных и рациональных методик для подобных процессов позволит применить новые подходы в реставрации очень сложного культурного сегмента искусства, называемое в культурологической и искусствоведческой практиках «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.

Примечания

1. Российская ассоциация Реставраторов. «XXX лет программе Памятники науки и техники России: промежуточные итоги и перспективы» // Хостинг YouTube ^{RU} 2023 г. — URL: <https://www.youtube.com/watch?v=We4EV3YIzBU> (дата обращения: 11.01.2024).

2. *Шемаханская М. С.* Металлы и вещи: История. Свойства. Разрушение. Реставрация. М. : Индрик, 2015. С. 7.

3. *Базанчук Г. А., Кураков С. В.* Наглядные пособия для преподавания практической механики в конце XIX века как источник изучения исторического наследия МПУЗ-ИМТУ-МВТУ // Современное технологическое образование: Сб. науч. статей. В 2-х ч. Ч. 1. М. : Ассоциация технич. ун-тов, 2021. С. 285–286. EDN YSELKZ.

4. *Котельников П. Н., Кураков С. В., Морозов В. В.* Возможности применения аддитивных технологий при восстановлении утраченных элементов в реставрации предметов из металла // Художественное наследие. Исследования. Реставрация. Хранение. Art Heritage. Research. Storage. Conservation. №3 (7). 2023. С. 38. — URL: <https://journal-gosniir.ru/ru/archive/2023-3/> (дата обращения: 12.01.2024). EDN MHNYSW.

5. *Тарабарин В. Б.* Кинематические модели механизмов. Проектирование, исследование и 3D-печать. М. : Первый том, 2022. С. 138–139.

6. Antikythera Mechanism // World History Encyclopedia. [Электронный ресурс]. — URL: https://www.worldhistory.org/Antikythera_Mechanism/ (дата обращения: 12.01.2024).

7. Базанчук Г. А., Кураков С. В., Малолетнева И. В. «Театрум Махинарум, то есть Ясное зрелище махин» как концептуальная модель цифровизации в современном музейном пространстве // История науки и техники. Музейное дело. (Ре)конструкция научных практик прошлого и настоящего : Материалы XVI Международ. научно-практ. конф., Москва, 14 – 15 декабря 2022 года. М. : Политехнический музей, 2023. С. 420. EDN BWKTZA.

8. Базанчук Г. А. и др. Процесс обучения ремеслам в МРУЗ в середине XIX в. как зарождение и начало формирования «Русского метода подготовки инженеров» / Г. А. Базанчук, Е. Б. Гартиг, С. В. Кураков, П. М. Шкапов // Фундаментальные и прикладные задачи механики : Материалы Международ. науч. конф. Москва, 07–10 декабря 2021 года / сост. П. М. Шкапов, М. И. Дьяченко. В 2-х ч. Ч. 2. М. : МГТУ имени Н. Э. Баумана, 2021. С. 196. EDN BTAKUU.

9. Redtenbacher F. J. Die Bewegungs-Mechanismen // [Электронный ресурс]: Cornell University Library. — URL: <https://hdl.handle.net/1813/58737> (дата обращения: 13.01.2024).

10. Ольховик Е. О., Буцанец А. А., Агеева А. А. Исследование формирования размерной точности моделей для литейного производства, выполненных методом аддитивной технологии // Наукоемкие технологии в машиностроении. №12 (66). 2016. С. 3–9.

1. Rossijskaya asociaciya Restavраторov. «XXX let programme Pamyatniki nauki i tekhniki Rossii: promezhutochny'e itogi i perspektivy» // Xosting YouTube RU 2023 g. — URL: <https://www.youtube.com/watch?v=We4EV3YIzBU> (data obrashheniya: 11.01.2024).

2. Shemaxanskaya M. C. Metally i veshhi: Istoriya. Svoystva. Razrushenie. Restavraciya. M. : Indrik, 2015. S. 7.

3. Bazanchuk G. A., Kurakov S. V. Naglyadny'e posobiya dlya prepodavaniya prakticheskoy mexaniki v konce XIX veka kak istochnik izucheniya istoricheskogo naslediya MRUZ-IMTU-MVTU // Sovremennoe texnologicheskoe obrazovanie: Sb. nauch. statej. V 2-x ch. Ch. 1. M. : Asociaciya texnich. un-tov, 2021. S. 285–286. EDN YSELKZ.

4. Kotelnikov P. N., Kurakov S. V., Morozov V. V. Vozmozhnosti primeneniya additivny'x texnologij pri vosstanovlenii utrachenny'x elementov v restavracii predmetov iz metalla // Xudozhestvennoe nasledie. Issledovaniya. Restavraciya. Xranenie. Art Heritage. Research. Storage. Conservation. №3 (7). 2023. S. 38. — URL: <https://journal-gosniir.ru/ru/archive/2023-3/> (data obrashheniya: 12.01.2024). EDN MHNYSW.

5. Tarabarin V. B. Kinematicheskie modeli mexanizmov. Proektirovanie, issledovanie i 3D-pechat'. M. : Pervyj tom, 2022. S. 138–139.

6. Antikythera Mechanism // World History Encyclopedia. [E'lektronnyj resurs]. — URL: https://www.worldhistory.org/Antikythera_Mechanism/ (data obrashheniya: 12.01.2024).

7. Bazanchuk G. A., Kurakov S. V., Maloletneva I. V. «Teatrum Maxinarum, to est' Yasnoe zrelishe maxin» kak konceptual'naya model' cifrovizacii v sovremennom muzejnom prostranstve // Istoriya nauki i tekhniki. Muzejnoe delo. (Re)konstrukciya nauchny'x praktik proshlogo i nastoyashhego : Materialy XVI Mezhdunarod. nauchno-prakt. konf., Moskva, 14 – 15 dekabrya 2022 goda. M. : Politeknicheskij muzej, 2023. S. 420. EDN BWKTZA.

8. *Bazanchuk G. A. i dr. Process obucheniya remeslam v MRUZ v seredine XIX v. kak zarozhdenie i nachalo formirovaniya «Russkogo metoda podgotovki inzhenerov» / G. A. Bazanchuk, E. B. Gartig, S. V. Kurakov, P. M. Shkapov // Fundamental'ny'e i prikladny'e zadachi mexaniki : Materialy` Mezhdunarod. nauch. konf. Moskva, 07–10 dekabrya 2021 goda / sost. P.M. Shkapov, M.I. D'yachenko. V 2-x ch. Ch. 2. M. : MGTU imeni N.E. Baumana, 2021. S. 196. EDN BTAKUU.*

9. *Redtenbacher F.J. Die Bewegungs-Mechanismen // [E`lektronny`j resurs]: Cornell University Library. — URL: <https://hdl.handle.net/1813/58737> (data obrashheniya: 13.01.2024).*

10. *Ol'xovik E. O., Buczanecz A. A., Ageeva A. A. Issledovanie formirovaniya razmernoj tochnosti modelej dlya litejnogo proizvodstva, vy`polnenny`x metodom additivnoj texnologii // Naukoemkie texnologii v mashinostroenii. №12 (66). 2016. S. 3–9.*

Сведения об авторах

Базанчук Галина Алексеевна — Почетный работник высшего профессионального образования РФ, ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана», директор музея
Российская Федерация, 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, к. 1
E-mail: bga@bmstu.ru

Котельников Павел Николаевич — художник-реставратор высшей категории произведений из металла, ФГБНИУ «ГОСНИИР», заведующий отделом научной реставрации произведений из металла
Российская Федерация, 107014, г. Москва, ул. Гастелло, д. 44, стр. 1
E-mail: 113metal@gmail.com

Кураков Сергей Витальевич — инженер-исследователь, ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана», инженер I кат. музея
Российская Федерация, 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, к. 1
E-mail: kurakov@bmstu.ru

Bazanchuk Galina A. — Honorary worker of higher professional education of Russian Federation, Bauman Moscow State Technical University, director of Museum
5-1, 2nd Baumanskaya st., Moscow, 105005, Russian Federation
E-mail: bga@bmstu.ru

Kotelnikov Pavel N. — artist-restorer of the highest category of metal works, the State Research Institute for Restoration, head of the department of scientific restoration of metal works
44-1, Gastello St., Moscow, 107014, Russian Federation
E-mail: 113metal@gmail.com

Kurakov Sergey V. — Researcher engineer, Bauman Moscow State Technical University, Engineer I cat. of Museum
5-1, 2nd Baumanskaya st., Moscow, 105005, Russian Federation
E-mail: kurakov@bmstu.ru

Научное издание

**Художественное наследие. Исследования. Реставрация. Хранение.
Art Heritage. Research. Storage. Conservation.**

Свидетельство о регистрации СМИ ЭЛ № ФС77-82901
от 14.03.2022 г.

ISSN 2782-5027

Подписано в печать 29.03.2024 г.

Федеральное государственное бюджетное
научно-исследовательское учреждение
«Государственный научно-исследовательский институт реставрации»
107014, г. Москва, ул. Гастелло, д. 44, стр. 1
e-mail: journal@gosniir.ru
Сайт: <http://www.journal-gosniir.ru/>