

О роли моделей механизмов П.Л. Чебышева в истории науки и техники

© Б.А. Ершов¹, Г.А. Кутеева¹, В.Б. Тарабарин²

¹ СПбГУ, Санкт-Петербург, 199034, Россия

² МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

Рассмотрены механизмы П.Л. Чебышева и их модели, сохранившиеся на кафедрах и в музеях СПбГУ и МГТУ им. Н.Э. Баумана, история создания и изготовления механизмов, пути поступления в коллекцию, современное состояние, использование в учебном процессе в XIX в. и сейчас. Указано, на каких международных выставках демонстрировались эти модели и механизмы, какими дипломами и медалями были награждены. Приведена информация о присвоении Экспертным советом при Политехническом музее сертификатов «Памятник науки и техники» некоторым из рассмотренных механизмов. Отмечена роль моделей и механизмов П.Л. Чебышева в современных образовательных технологиях, в популяризации и распространении научных знаний.

Ключевые слова: механизмы П.Л. Чебышева и их модели, учебный процесс, международные выставки, памятники науки и техники, современные образовательные технологии.

С середины XIX в., по примеру и под влиянием Фердинанда Редтенбахера¹ и Франца Рело² [1–4], в высших технических учебных заведениях России преподавание прикладной и практической механики считалось невозможным без моделей механизмов. Коллекции моделей использовались для демонстрации функционирования механизмов на лекциях, при проведении исследований в практических и лабораторных работах, в курсе технического черчения. По уставу университетов Российской Империи [5], принятому в 1863 г., все университеты должны были иметь кабинеты практической механики (рис. 1).

Для оснащения и наблюдения за кабинетами моделей во многих учебных заведениях была учреждена штатная должность смотрителя кабинета. В Московском университете и в Московском ремесленном учебном заведении (сокращенно МРУЗ — первое название

¹ Фердинанд Редтенбахер (1809–1863) — немецкий ученый-машиновед, профессор, директор политехникума в Карлсруэ, создатель коллекции учебных моделей механизмов и машин.

² Франц Рело (1829–1905) — немецкий ученый-механик, профессор, директор Gewerbe Akademie в Берлине, создатель крупнейшей коллекции моделей механизмов и машин (более 800 моделей).

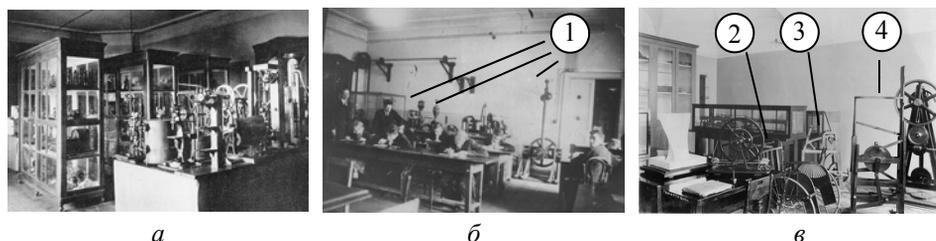


Рис. 1. Фотографии кабинетов прикладной механики и некоторых моделей механизмов П.Л. Чебышева:

а — кабинет прикладной механики Императорского московского технического училища (ИМТУ, XIX в.); *б* — занятия по прикладной механике в аудитории МГТУ им. Н.Э. Баумана (около 1930 г.); *в* — механический кабинет Императорского Санкт-Петербургского университета (ИСПБУ, XIX в.); 1 — модели центробежных регуляторов; 2 — самокатное кресло; 3 — сортировалька; 4 — велосипед

МГТУ им. Н.Э. Баумана) эту должность исполнял Александр Степанович Ершов³ [6]. Первые модели для кабинетов изготавливались механиками учебных заведений под руководством кураторов. В МРУЗ осуществлялось обучение воспитанников на мастеров и ученых мастеров, и с 1848 г. имелся свой опытный завод. Ершов привлек к проектированию и изготовлению моделей учащихся старших мастерских классов. Под его руководством, используя чертежи моделей Фердинанда Редтенбахера как образцы [3], учащиеся разрабатывали свои модели механизмов, выполняли их проектирование, сборочные и рабочие чертежи. В мастерских они изготавливали модели для литья деталей, выполняли отливку, механическую обработку и сборку. Этот учебный процесс, сочетавший глубокую теоретическую подготовку с практическими работами в учебных мастерских и на заводе, был дополнен, усовершенствован и получил мировое признание как «русский метод обучения ремеслам». Коллекция моделей, созданных учащимися МРУЗ под руководством Ершова, была представлена на международной выставке в Париже в 1867 г. [7].

Создание кабинета практической механики в Санкт-Петербургском государственном университете (СПбГУ) проходило под руководством и при непосредственном участии Михаила Федоровича Окатова⁴ [8]. Первые модели для кабинета практической механики были переданы из бывшего технологического кабинета. Они в основном были изготовлены по заказу университета в Артиллерийской технической школе в 1833 г. Позднее при университете появилась должность механика, который занимался изготовлением и ремонтом моделей.

³ Александр Степанович Ершов (1800–1869) — русский ученый механик, директор МРУЗ, преподаватель прикладной механики, смотритель кабинета прикладной механики.

⁴ Михаил Федорович Окатов (1829–1901) — заслуженный профессор С.-Петербургского университета по кафедре механики, организатор кабинета практической механики университета.



a

б

Рис. 2. Фотографии шкафов с моделями механизмов:

a — кабинет моделей кафедры теории машин и механизмов МГТУ им. Н.Э. Баумана (2007 г.);
б — кабинет моделей кафедры теоретической и прикладной механики математико-механического факультета СПбГУ (2013 г.)

К концу XIX в. все университеты и технические институты России располагали коллекциями моделей механизмов. В настоящее время большая часть этих коллекций утрачена. Значительные коллекции моделей сегодня сохранились в МГТУ им. Н.Э. Баумана (более 500 моделей, рис. 2, *a*), в МГТУ «Станкин» (более 100 моделей), в СПбГУ (более 150 моделей, рис. 2, *б*). Некоторые экспонаты из вузов были переданы в Политехнический музей, где хранятся в запасниках.



Рис. 3. Пафнутий Львович Чебышев (1821–1894)

Рассмотрим механизмы и их модели, выполненные по расчетам и указаниям академика Пафнутия Львовича Чебышева (рис. 3), сохранившиеся на кафедрах и в музеях СПбГУ и МГТУ им. Н.Э. Баумана. П.Л. Чебышев работал в ИСПБУ на кафедре чистой математики. Кроме математики, он интересовался вопросами проектирования различных механизмов. Среди математиков П.Л. Чебышев известен как основоположник трех крупнейших русских математических школ: теории чисел, теории вероятностей и конструктивной теории функций, изучающей приближенное представление функций при помощи, например, многочленов. Он был одним из организаторов Московского математического общества и первого в

России математического журнала «Математический сборник». Значительное место в научной деятельности Чебышева занимало конструирование (синтез) шарнирных механизмов и создание их теории, в частности усовершенствование параллелограмма Уатта — механизма, служащего для превращения кругового (вращательного) движения в прямолинейное. Несколько научных работ Чебышева посвящены математическим проблемам теории механизмов и машин и синтезу различных механизмов — «Об одном механизме», «О зубчатых колесах», «О центробежном уравниателе» и другие [9, 10]. Чебышев создал ряд механизмов «с остановками», широко применяемых в современных машинах-автоматах. В этих механизмах ведомое звено совершает прерывистое движение, причем отношение времени покоя ведомого звена ко времени его движения изменяется в зависимости от технологических задач. В истории развития науки о машинах нет ни одного ученого, перу которого принадлежало бы столь значительное количество оригинальных механизмов.

Чебышев был первым, кто проектировал механизмы на основе математических расчетов с применением теории приближения кривых. Всего им было разработано около 40 оригинальных механизмов и более 80 их конструктивных вариантов. Наиболее известны: стопоход, сортировалька, самокатное кресло, прямилло, паровая машина, центробежные регуляторы, арифмометр, гребной и парадоксальный механизмы [11, 12]. Многие модели Чебышев изготавливал за свой счет и в дальнейшем дарил различным музеям, например, Консерватории искусств и ремесел в Париже и Музею науки в Лондоне [13, 14]. После

смерти П.Л. Чебышева в ноябре 1894 г. некоторые механизмы, принадлежавшие его семье, были подарены кабинету практической механики СПбГУ.



а



б



в

Рис. 4. Фотографии моделей Чебышева из кабинета моделей кафедры теоретической и прикладной механики СПбГУ:

а, б – стопоход; *в* – центробежный регулятор

Модели механизмов, ранее принадлежащие кабинету практической механики ИСПбУ, сегодня хранятся на кафедре теоретической и прикладной механики. С помощью инвентарной книги кабинета можно классифицировать механизмы, уточнить даты создания и определить автора модели. Наиболее ценные экспонаты коллекции кафедры — две деревянные черновые модели стопоходящей машины (стопохода) с пометками П.Л. Чебышева (рис. 4, *а, б*) и центробежный регулятор (рис. 4, *в*).

Здесь же хранятся и пять плоских шарнирных механизмов П.Л. Чебышева (рис. 5). Механизмы, показанные на рис. 5, *а–г*, изготовлены университетским механиком Франценом. По записи в инвентарной книге, сделанной в 1889 г., кабинету практической механики ИСПбУ принадлежали семь моделей: «Работы унив. механика Францена. 1889 г. Семь моделей суставчатых сочленений академика П. Чебышева. 70 К (70-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7). 200 руб.». Подобные модели имеются в хранилищах Политехнического музея, Консерватории искусств и ремесел в Париже и Музея науки в Лондоне. Как указывается в [11, 12], семь таких плоских шарнирных механизмов выставались на Всемирной выставке в Чикаго в 1893 г.



а



б



в



г



д

Рис. 5. Рычажные механизмы Чебышева (хранятся на кафедре теоретической и прикладной механики СПбГУ):

а — дающий два качания ведомого звена за один оборот кривошипа; б — противоротательной рукоятки с остановкой ведомого звена; в — с остановкой ведомого звена на полпути; г — с остановками в крайних положениях; д — с остановками в крайних положениях

До конца 1950-х гг. на кафедре теоретической механики хранились железная модель стопоходящей машины, тачка, на которой вместо переднего колеса была установлена железная стопоходящая машина, самокатное кресло, сортировалька, велосипед, пресс (см. рис. 1, в) и другие механизмы Чебышева. В начале 1960-х гг. механизмы (сортировалька, самокатное кресло, велосипед, пресс, железная стопоходящая машина, черновая модель весов (рис. 6)) были переданы музею истории СПбГУ, где и хранятся в настоящее время [11, 12].



а



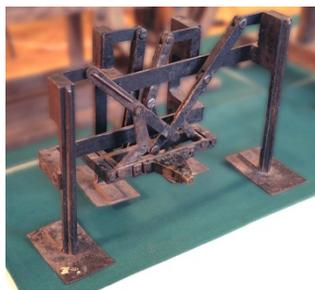
б



в



г



д



е

Рис. 6. Механизмы и модели механизмов, изготовленные в Санкт-Петербурге в конце XIX в. при непосредственном участии П.Л. Чебышева (хранятся в музее истории СПбГУ):

а — самокатное кресло; б — сортировалька; в — велосипед; г — пресс; д — железный стопоход; е — модель весов (фотографии из [11, 12])

Работая в Петербурге, Пафнутий Львович поддерживал тесные связи с ИМТУ. На опытном заводе ИМТУ была изготовлена его паровая машина и две ее модели (одна хранится на кафедре теории механизмов и машин МГТУ им. Н.Э. Баумана, вторая, с дарственной надписью «Чебышеву П.Л. от Императорского технического училища 15 мая 1870 г.», была подарена Чебышевым Музеем науки в Лондоне [13]). Здесь же были изготовлены две модели разработанных им астатических центробежных регуляторов (рис. 7). В дневнике Федора Евпловича Орлова⁵ [15, 16] о паровой машине написано: «Недавно в Цюрихе был проездом П.Л. Чебышев. Он отыскал меня, и я у него был. Он возит с собой модель своего нового параллелограмма, заменяющего мотыль с кривошипом, подаренную ему Техническим училищем. На петербургской мануфактурной выставке в этом году есть паровая машина в две силы с механизмом Чебышева, построенная также в Техническом училище. Говорят, она походила несколько часов, потом стала. Чебышев приписывает это несовершенству кон-

⁵ Федор Евплович Орлов (1843–1892) — профессор прикладной механики ИМТУ и Московского университета, смотритель кабинета прикладной механики ИМТУ.

струкции, но я думаю, что самый механизм неудобен в практическом отношении и может передавать только незначительную часть силы, сообщаемой ему. Цейнер был заинтересован этим механизмом и пожелал поместить статью Чебышева „О параллелограммах“ в Политехническом Журнале; я предложил ему свои услуги для перевода» [16].



а



б



в



г

Рис. 7. Механизмы и модели Чебышева, изготовленные в ИМТУ (1870–1873):
а — паровая машина; б — модель паровой машины; в — центробежный регулятор;
г — астатический (изохронический) регулятор

Как отмечено в дневнике Орлова, паровая машина Чебышева была испытана в 1870 г. на заводе при ИМТУ. В том же году она демонстрировалась на промышленной выставке в Санкт-Петербурге, а затем на Всемирной выставке в Вене.

В брошюре директора ИМТУ Делла Восса можно найти следующие строки об экспонатах, представленных от училища на Всемирную выставку в Вене в 1873 г.: «Аппараты и машины, выставленные Кабинетами училища ... 2. Модель изохронического регулятора

Академика П.Л. Чебышева. 3. Модель паровой машины с параллелограммом и регулятором системы Академика П.Л. Чебышева» [17].

В книге [18] есть такой фрагмент о Всемирной выставке в Вене в 1873 г.: «Высокую оценку прессы получил раздел, подготовленный Московским Императорским техническим училищем. Сразу после его основания в 1830 г. (как реального училища для „подготовки искусных мастеров“) оно находилось в Ведомстве благотворительных заведений императрицы Марии, а с 1868 г. — под непосредственным покровительством императора. Отмечалось, что раздел „убран с большим вкусом, а для объяснения выставленных коллекций была составлена подробная брошюра, которая раздавалась каждому интересующемуся техникой“. Особое внимание в экспозиции училища привлекла оригинальная разработка академика П. Чебышева — „вертикальная машина с параллелограммом и регулятором“. Эта машина преобразовывала круговое движение в прямолинейное, а отсутствие в ней шатуна существенно уменьшало ее высоту. Большую золотую медаль получил так называемый „русский метод обучения ремеслам“, разработанный и внедренный преподавателем училища Д.К. Советкиным. Метод сочетал в себе фундаментальную университетскую подготовку с базовым практически-прикладным обучением».

На Всемирной выставке в Филадельфии в 1876 г. «были присуждены три медали за экспонировавшиеся паровую машину с параллелограммом и регулятором системы П.Л. Чебышева, модели, инструмент, практические работы учащихся и коллекции учебных пособий» [19].

На сайте библиотеки Филадельфии в разделе, посвященном этой выставке, размещена фотография экспозиции ИМТУ (рис. 8) и комментариев к ней: «Машины из России, включая печатающую машину, новый фотолитографский процесс для печати нот, модель парового двигателя от Императорской Технической Школы, токарные станки и станки для прядки, штамповки и сверления» [20].



Рис. 8. Экспозиция Императорского московского технического училища на Всемирной выставке в Филадельфии в 1876 г.

По данным, приведенным в [12], механизмы П.Л. Чебышева выставлялись на 4 всемирных выставках: в Лондоне, 1876 г., где были представлены круговая линейка, табурет и прямилло; в Филадельфии, 1876 г., где экспонировались круговая линейка, табурет, паровая машина с параллелограммом и регулятором; в Париже, 1878 г., где демонстрировался стопоход; в Чикаго, 1893 г., где были показаны семь плоских шарнирных механизмов, самокатное кресло и сортировалька.

За научные заслуги П.Л. Чебышев был избран Почетным членом Педагогического совета ИМТУ. Чебышев неоднократно выступал на Совете ИМТУ и в Политехническом обществе с докладами, многие из них были опубликованы в трудах этого общества.

Нельзя обойти вниманием еще одну модель механизма Чебышева, которая была изготовлена в ИМТУ под руководством Ф.Е. Орлова (рис. 9, а). В своих статьях [21, 22] Орлов описал исследование этого механизма методом полоид. Все рассмотренные модели механизмов Чебышева из коллекции МГТУ им. Н.Э. Баумана были признаны Экспертным советом при Политехническом музее памятниками науки и техники 1-й категории (рис. 9, б).



а



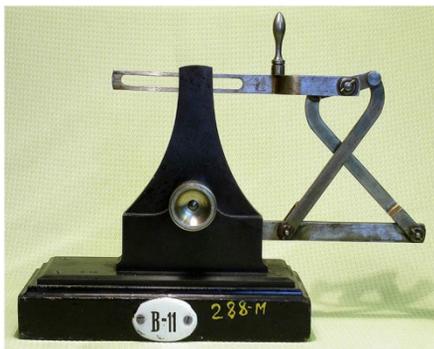
б

Рис. 9. Модель прямила Чебышева с подвижной и неподвижной полоидами (а) и сертификат памятника науки и техники на модель прямила Чебышева (б)

Наиболее значительная коллекция, как по числу учебных моделей (более 800), так и по их разнообразию, была собрана Францем Рело [1]. В ней представлены и широко известные механизмы, и модели оригинальных механизмов, созданных самим Рело. Часть этой коллекции серийно производилась в Берлине в мастерских Густава Фойгта [23] и продавалась. Этими механизмами в конце XIX в. оснащались большинство кабинетов механизмов в Европе, Америке и России [24–27]. Были среди этих моделей и механизмы, разработанные П.Л. Чебышевым. Так, в коллекции МГТУ им. Н.Э. Баумана хранятся два механизма прямилл (рис. 10, а, б), в коллекции СПбГУ находятся аналогичные механизмы (рис. 10, б, в).



а



б



в



г

Рис. 10. Модели механизмов Чебышева производства Густава Фойгта (Берлин, Германия, конец XIX в.): девятизвенное прямилло (а – МГТУ им. Н.Э. Баумана, в – СПбГУ) и четырехзвенное прямилло (б – МГТУ им. Н.Э. Баумана, г – СПбГУ)

Долгое время коллекции моделей хранились в шкафах на кафедрах университетов и в запасниках музеев и практически не были известны даже специалистам. Даже в Политехническом музее большая часть моделей Чебышева находится в запасниках, и только одна из них (стопоход) сравнительно недавно была выставлена в основной экспозиции. Астатический центробежный регулятор Чебышева (рис. 7, з) считался утраченным [31], и лишь три года назад его обнаружили студенты в одном из шкафов в кабинете механизмов МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Сегодня благодаря современным информационным технологиям и сети Интернет [12, 27–30] модели стали доступны широкому кругу пользователей, преподавателям и студентам. Это вызвало интерес не только к самим моделям как памятникам истории науки и техники, но и к их создателям и изготовителям. Так, механизмам Чебышева посвящен сайт [12], созданный группой энтузиастов по инициативе Н.Н. Андреева, сотрудника математического института имени В.А. Стеклова. На сайте размещены фотографии механизмов, дано их описание, проанализированы законы, положенные в основу их про-

ектирования, созданы компьютерные анимации, которые демонстрируют работу механизмов. Также здесь указаны организации, в которых хранятся оригиналы механизмов и моделей: кафедра теоретической и прикладной механики и музей истории СПбГУ, Политехнический музей, кафедра теории машин и механизмов и музей МГТУ им. Н.Э. Баумана, Консерватория искусств и ремесел (Париж) и Музей науки (Лондон).

Изучение инженерного наследия прошлого, пропаганда технических достижений русских ученых является одной из важных задач современной науки и образования. Компьютерное моделирование механизмов сегодня является эффективным методом обучения студентов механике и теории механизмов [32]. Для механизмов П.Л. Чебышева большое значение имеет их тесная связь с некоторыми разделами математики. За создание интернет-проектов [12], раскрывающих связь математических задач с их реализацией в виде механизмов, Николаю Николаевичу Андрееву была присуждена премия Президента Российской Федерации 2010 г. в области науки и инноваций для молодых ученых [33].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Moon F.C. Robert Willis and Franz Reuleaux: pioneers in the theory of machines. *Notes and Records*, London, Royal Society Publ., May 22, 2003, 57 2 209–230; doi:10.1098/rsnr.2003.0207 1743-0178, pp. 209–230.
- [2] Kerle H., Mauesberger K. and Ceccarelli M. Historical Remarks on Past Model Collections of Machines and Mechanisms. *Proc. of the 13th Worlds Congress in Mechanism and Machine Science, Mexico, 19-25 June, 2011.* (Электронное издание — CD).
- [3] Redtenbacher F. Die Bewegungs-Mechanismen. *Darstellung und Beschreibung eines Theiles der Maschinen-Modell-Sammlung der polytechnischen Schule in Carlsruhe.* Heidelberg, F. Bassermann, 1857, 123 p.
- [4] Waner J., Mauersberger K., and Moon F.C. Ferdinand Jakob Redtenbacher (1809–1863) In: Ceccarelli M., ed. *Distinguished Figures in Mechanism and Machine Science. Their Contributions and Legases. Part 2.* The Netherlands, Springer, 2010, pp.217–245.
- [5] *Университетский устав 1863 года.* Санкт-Петербург, типография Иосафта Орзико, 1863, 118 с.
- [6] Golovin A., Mkrtychyan D. Alexander Yershov (1818–1867). In: Ceccarelli M., ed. *Distinguished figures in Mechanism and Machine Science. Their Contributions and Legases. Part 1.* The Netherlands, Springer, 2007, pp.135–149.
- [7] Федоров И.Б., Павлихин Г.П. *Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана. 175 лет.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005, 352 с.
- [8] Окатов М.Ф. Биографический словарь. *Словари и энциклопедии на Академике.* URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/biograf2/9533> (дата обращения 30.11.2015).
- [9] Чебышев П.Л. *Полное собрание сочинений. Т. IV: Теория механизмов.* Москва, Ленинград, Изд-во АН СССР, 1948, 255 с.

- [10] *Научное наследие П.Л. Чебышева. Вып. 2: Теория механизмов.* Москва, Ленинград, Изд-во АН СССР, 1945, 192 с.
- [11] Андреев Н.Н., Калинин М.А., Кашкаров Р.А., Панюнин Н.М. *Механизмы Пафнутия Львовича Чебышева. Годичная научная конференция, посвященная 80-летию ИИЕТ РАН, т. 2.* Москва, Янус-К, 2012, 416 с.
- [12] *Проект «Механизмы П.Л. Чебышева».* URL: <http://www.tcheb.ru> (дата обращения 22.11.2015).
- [13] Manychkin N., Sakharow M. and Tarabarin V. The Models of Centrifugal Governors in the Collection of Bauman Moscow State Technical University. D. Pisla et al., eds. *New Trends in Mechanism Science: Analysis and Design. Mechanism and Machine Science 5.* Springer, 2010, pp. 511–518.
- [14] Model of Tchebicheff's parallel motion. *Collection: SCM-Kinematics. Object number № 1877-441.* URL: <http://www.sciencemuseum.org.uk>
- [15] Golovin A., Tarabarin V., and Tarabarina Z. Feodor Orlov (1843-1892) In: Ceccarelli M., ed. *Distinguished Figures in Mechanism and Machine Science. Their Contributions and Legases. Part 2.* Springer, The Netherlands, 2010, pp. 175–197.
- [16] Орлов Ф.Е. *Дневник заграничной командировки 1869-1872 гг.* Москва, ИМУ, 1898, 346 с.
- [17] Делла-Вос В.К. *Описание учебных коллекций, назначенных для изучения механических искусств в мастерских ИМТУ.* Москва, 1873, 36 с.
- [18] Шпаков В.Н. *История Всемирных выставок.* Москва, АСТ, Зебра, 2008, 384 с.
- [19] Николаева Г.А., Зиновьева Л.Е., ред. *Экспериментально-опытный завод МВТУ им. Н.Э. Баумана 1832–1952.* Москва, Изд-во МВТУ, 1982, 47 с.
- [20] *Free library of Philadelphia.* URL: <http://libwww.freelibrary.org/cencol>
- [21] Орлов Ф.Е. *Из теории рулет.* Одесса, Тип. П.А. Зеленого, 1884, 10 с.
- [22] Орлов Ф.Е. *О квадратуре рулет. Лекция, читанная 15 ноября 1883 г.* Москва, Московское математическое общество, состоящее при Московском Университете, 1884, 60 с.
- [23] Voigt G. *Kinematic Models After Reuleaux. Catalog.* Berlin. 1907. 34 p.
- [24] Мещерский И.В. *Преподавание механики и механические коллекции в некоторых высших учебных заведениях Италии, Франции, Швейцарии и Германии.* Санкт-Петербург, 1895, с. 72.
- [25] Tarabarin V., Golovin A., Tarabarina Z. The historical part of collection models of machines and mechanisms of TMM's department of the Bauman Moscow State Technical University. *Proc. 12 Int. Congress on Theory of Machines and Mechanisms, Besanson, 2007.* (Электронное издание — CD).
- [26] Golovin A., Tarabarin V. The Collection Models of Machines and Mechanisms of TMM's Department of BMSTU. *IFTToMM Workshop-Lectures. History of Machines and Mechanisms 2006.* Moon F.C., ed. Cornell University. College of Engineering. 9–10 September 2006. Ithaca. New York. (Электронное издание — CD).
- [27] Moon F.C. The Reuleaux Models: Creating an International Digital Library of Kinematics History. *Proc. Int. Symposium on History of Machines and Mechanisms.* Ceccarelli M., ed. Kluwer Academic Publ, 2004.
- [28] *Polytecnico di Torino. Museo virtuale. Meccanica. Cinematismi.* URL: <http://www.polito.it/struttura/cemed/001/museovirtuale.htm>
- [29] Shiroshita S., Kumamoto H., Nishihara O. and Jing D. Constructing a Virtual Museum of Machine Mechanism Models Imported From Germany During Japanese Westernization for Higher Education. *3D Animation Based on*

- Kinematics and Dynamics. Presented at Museums and Web 2001*. URL: <http://www.archimuse.com/mw2001/papers/shiroshita/shiroshita.html>
- [30] Website of DMG-Lib (*Digital Mechanism and Gear Library*). URL: <http://www.dmg-lib.org>
- [31] Блох З.Ш. *Регулирование машин*. Москва, Ленинград, Гос. изд-во техн.-теоретич. лит-ры, 1950, 360 с.
- [32] Кутеева Г.А. О кабинете практической механики в Санкт-Петербургском государственном университете. *Механика. Научные исследования и учебно-методические разработки*, 2013, Гомель, вып. 7, с. 177–185.
- [33] Николай Николаевич Андреев, лауреат премии Президента Российской Федерации 2010 года в области науки и инноваций для молодых ученых. *Президент России*. URL: www.kremlin.ru/ref_notes/858 (дата обращения 02.12.2015).

Статья поступила в редакцию 08.12.2015

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Ершов Б.А., Кутеева Г.А., Тарабарин В.Б. О роли моделей механизмов П.Л. Чебышева в истории науки и техники. *Гуманитарный вестник*, 2015, вып. 1. URL: <http://hmbul.ru/catalog/hum/histarch/330.html>

Ершов Борис Александрович — д-р физ.-мат. наук, заведующий и профессор кафедры «Гидроупругость» СПбГУ. Автор более 100 печатных работ. Область научных интересов: история коллекций моделей механизмов, колебания систем с распределенными параметрами, качественная теория нелинейных систем автоматического управления, гидроупругость.

Кутеева Галина Анатольевна — канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры «Теоретическая и прикладная механика» СПбГУ. Автор более 20 печатных работ. Область научных интересов: история коллекций моделей механизмов, соударения астероидов с Землей, колебания жидкости внутри твердых и упругих конструкций. e-mail: gkut@rambler.ru

Тарабарин Валентин Борисович — канд. техн. наук, доцент кафедры «Теория машин и механизмов» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 100 печатных работ и 10 изобретений. Сфера научных интересов: приводы с волновыми и планетарными механизмами, история техники и коллекций моделей механизмов, дистанционное инженерное образование, информационные технологии в образовании. e-mail: konsvbt@mail.ru

On the role of P.L. Chebyshev's mechanism models in the history of science and technology

© B.A. Yershov¹, G.A. Kuteeva¹, V.B. Tarabarin²

¹St. Petersburg State University, St. Petersburg, 199034, Russia

²Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 105005, Russia

The article considers P.L. Chebyshev's mechanisms and their models, preserved in the departments and in the museums of St. Petersburg State University and BMSTU, the history of creation and manufacturing machinery, its routes to collection, the current state, and application in the educational process in the XIX century and nowadays. The international exhibitions where these models and mechanisms were shown are specified; the diplomas and medals awarded are mentioned. The information about the assignment of certificates «Artifact of the history of science and technology» to several considered mechanisms by the Expert Council under the Polytechnic Museum is presented. The role of P.L. Chebyshev's models and mechanisms in the modern educational technology, the promotion and dissemination of scientific knowledge is emphasized.

Ключевые слова: P.L. Chebyshev's mechanisms and their models, learning process, international exhibitions, artifact of the history of science and technology, modern educational technology.

REFERENCES

- [1] Moon F.C. Robert Willis and Franz Reuleaux: pioneers in the theory of machines. *Notes and Records*, London, Royal Society Publ., May 22, 2003, vol. 57, no. 2, pp. 209–230. doi:10.1098/rsnr.2003.0207
- [2] Kerle H., Mauersberger K., Ceccarelli M. Some Historical Remarks on Past Model Collections of Machines and Mechanisms in Europe. *Proc. of 13th Worlds Congress in Mechanism and Machine Science 19-25 June*, Guanajuato, Mexico, 2011, paper n. A21-279. (Electronic Publ. – CD).
- [3] Redtenbacher F. Die Bewegungs-Mechanismen. *Darstellung und Beschreibung eines Theiles der Maschinen-Modell-Sammlung der polytechnischen Schule in Carlsruhe*. Heidelberg: F. Bassermann Publ., 1857, 123 p.
- [4] Waner J., Mauersberger K., Moon F.C. Ferdinand Jakov Redtenbacher (1809–1863) In: *Distinguished Figures in Mechanism and Machine Science. Their Contributions and Legases. Part 2*. Ceccarelli M., ed. The Netherlands, Springer, 2010, pp. 217–245.
- [5] *Universitetskiiy ustav 1863 goda* [The University Charter of 1863]. St. Petersburg, Tipografiya Iosafita Ogrizko Publ., 1863, 118 c.
- [6] Golovin A., Mkrtyrchyan D. Alexander Yershov (1818–1867). In: *Distinguished figures in mechanism and machine science. Their Contributions and Legases. Part 1*. Ceccarelli M., ed. The Netherlands, Springer, 2007, pp. 135–149.
- [7] Fedorov I.B., Pavlikhin G.P. *Moskovskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiiy universitet imeni N.E. Baumana. 175 let*. [Bauman Moscow State Technical University. 175 years]. Moscow, BMSTU Publ., 2005, 352 p.
- [8] Okatov M.F. Biograficheskiy slovar [Biographical Dictionary]. *Slovari i entsiklopedii na Akademike* [Dictionaries and Encyclopedias on the Akademik].

Available at: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/biograf2/9533> (accessed November 30, 2015).

- [9] Chebyshev P.L. *Teoriya mekhanizmov* [Theory of mechanisms]. *Polnoe sobranie sochineniy. Tom IV* [Complete Set of Works. Vol. IV]. Moscow-Leningrad, USSR AS Publ., 1948, 255 p.
- [10] Teoriya mekhanizmov [Theory of mechanisms]. *Nauchnoe nasledie P.L. Chebysheva* [The scientific legacy of P.L. Chebyshev]. Moscow-Leningrad, no. 2, USSR AS Publ., 1945, 192 p.
- [11] Andreev N.N., Kalinchenko M.A., Kashkarov R.A., Panutin N.M. Mekhanizmy Pafnutiya Lvovicha Chebysheva [Mechanisms of Pafnuty Chebyshev]. *Godichnaya nauchnaya konferentsiya, posvyashchennaya 80-letiyu IIET RAN, tom 2* [The annual scientific conference dedicated to the 80th anniversary of IIET RAS, vol.2]. Moscow, Yanus-K Publ., 2012, 416 p.
- [12] *Proekt "Mekhanizmy P.L. Chebysheva"* [Project "P.L. Chebyshev's Mechanisms"]. Available at: <http://www.tcheb.ru> (accessed November 22, 2015).
- [13] Manychkin N., Sakharov M., Tarabarin V. The Models of Centrifugal Governors in the Collection of Bauman Moscow State Technical University. *New Trends in Mechanism Science: Analysis and Design. Mechanism and Machine Science*, D. Pisla et al, eds. Springer, 2010, no. 5, pp. 511–518.
- [14] *Model of Tchebicheff's parallel motion. Collection: SCM-Kinematics. Object number № 1877-441*. Available at: www.sciencemuseum.org.uk.
- [15] Golovin A., Tarabarin V., and Tarabarina Z. Feodor Orlov (1843–1892) In: *Distiguished Figures in Mechanism and Machine Science. Their Contributions and Legases. Part 2*. Ceccarelli M., ed. The Netherlands, Springer, 2010, pp.175-197.
- [16] Orlov F.E. *Dnevnik zagranichnoy komandirovki 1869–1872 gg.* [Diary of a Foreign Trip 1869–1872]. Moscow, IMU Publ., 1898, 346 p.
- [17] Della-Vos V.K. *Opisanie uchebnykh kollektsey, naznachennykh dlya izucheniya mekhanicheskikh iskusstv v masterskikh IMTU* [Description of Educational Collections, Appointed for Studying the Mechanical Arts in ETS Workshops]. Moscow, 1873, 36 p.
- [18] Shpakov V.N. *Istoriya vsemirnykh vystavok* [The History of World Exhibitions]. Moscow, AST, Zebra Publ., 2008, 384 p.
- [19] Nikolaeva G.A., Zinovyeva L.E., eds. *Eksperimentalno-opytnyy zavod MVTU im. N.E. Baumana 1832–1952* [BMHTS Experimental Pilot Plant 1832–1952]. Moscow, BMSTU Publ., 1982, 47 p.
- [20] *Free library of Philadelphia*. Available at: <http://libwww.freelibrary.org/CenCol>
- [21] Orlov F.E. *Iz teorii rulet* [From Roulette Theory]. Odessa, Tipografiya P.A. Zelenskogo Publ., 1884, 10 p.
- [22] Orlov F.E. *O kvadrature rulet* [On Roulette Quadrature]. *Matematicheskii sbornik, tom VI* [Mathematical Collected Articles, vol. VI]. Moscow, 1884.
- [23] Voigt G. *Kinematic Models after Reuleaux*. Catalog, Berlin, 1907, 34 p.
- [24] Meshcherskiy I.V. *Prepodavanie mekhaniki v nekotorykh vysshikh uchebnykh zavedeniyakh Italii, Frantsii, Shveysarii i germanii* [Teaching Mechanics and Mechanical Collection at Several Universities in Italy, France, Switzerland and Germany]. St. Petersburg, 1895, 72 p.
- [25] Tarabarin V., Golovin A., Tarabarina Z. The historical part of collection models of machines and mechanisms of TMM's department of the Bauman Moscow State Technical University. *Proc. of 12 Int. Cong. on Theory of Machines and Mechanisms*, Besanson, 2007. (Electronic Publ. – CD).

- [26] Golovin A., Tarabarin V. The Collection Models of Machines and Mechanisms of TMM's Department of BMSTU. *IFTToMM Workshop-Lectures. History of Machines and Mechanisms 2006*. Moon F.C., ed. Cornell University, College of Engineering. 9-10 September 2006. Ithaca, New York. (Electronic Publ. – CD).
- [27] Moon, F.C. The Reuleaux Models: Creating an International Digital Library of Kinematics History. *Proc. of Int. Symp. on History of Machines and Mechanisms*, Ceccarelli M., ed. Kluwer Academic Publ, 2004.
- [28] *Polytecnico di Torino. Museo virtuale. Meccanica. Cinematismi*. Available at: <http://www.polito.it/strutture/cemed/001/museovirtuale.htm>
- [29] Shiroshita S., Kumamoto H., Nishihara O., Jing D. *Constructing a Virtual Museum of Machine Mechanism Models Imported From Germany During Japanese Westernization for Higher Education: 3D Animation Based on Kinematics and Dynamics*. Available at: <http://www.archimuse.com/mw2001/papers/shiroshita/shiroshita.html>
- [30] *DMG-Lib –Digital Mechanism and Gear Library*. Available at: www.dmg-lib.org
- [31] Blokh Z.Sh. *Regulirovanie mashin* [Adjusting Machines]. Moscow, Leningrad, Gosudarstvennoe Izdatelstvo Nauchno-Technicheskoy Literatury, 1950, 360 p.
- [32] Kuteeva G.A. O kabinete prakticheskoy mekhaniki v Sankt-Peterburgskom gosudarstvennom universitete. Mekhanika [About the practical mechanics study room in St. Petersburg State University. Mechanics]. *Nauchnye issledovaniya i uchebno-metodicheskie razrabotki* [Research and Training Development]. Gomel, 2013, no. 7, pp. 177–185.
- [33] *Ukaz "O prisuzhdenii premiy Prezidenta Rossiyskoy Federatsii v oblasti nauki i innovatsiy dlya molodykh uchenykh za 2010 god"* Andreev N.N. [Decree "On Awarding the Prizes of the President of the Russian Federation in the Field of Science and Innovation for Young Scientists in 2010" Andreev N.N.]. (Available at: www.kremlin.ru/ref_notes/858 (accessed December 02, 2015)).

Yershov B.A., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Head of the Department of Hydroelasticity, St. Petersburg State University. Author of over 100 research publications. Research interests: history of mechanism model collections, fluctuations in systems with distributed parameters, qualitative theory of nonlinear automatic control systems, hydroelasticity.

Kuteeva G.A., Cand. Sci. (Phys.-Math.), Associate Professor, Department of Theoretical and Applied Mechanics, St. Petersburg State University, author of over 20 research publications. Research interests: history of mechanism model collections, asteroid collision with Earth, liquid sloshing inside the solid and elastic structures.
e-mail: gkut@rambler.ru

Tarabarin V.B., Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Department of Theory of Machines and Mechanisms, Bauman Moscow State Technical University. Author of over 100 research publications and 10 inventions. Research interests: drives with wave and planetary mechanisms, history of technology and mechanism model collections, distance engineering learning, information technologies in education.
e-mail: konsvbt@mail.ru