История науки и техники

ЕГОРОВА

Ольга Владимировна

кандидат технических наук, доктор
исторических наук, доцент
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

EGOROVA

Olga Vladimirovna

Candidate of Engineering Sciences,
Dr. Sc. History, Assoc. Prof.
(MSTU named after N.E. Bauman)

ТАРАБАРИН

Валентин Борисович

кандидат технических наук, доцент
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

TARABARIN

Valentin Borisovich

Candidate of Engineering Sciences,
Assoc. Prof.
(MSTU named after N.E. Bauman)

ТИМОФЕЕВ

Геннадий Алексеевич

доктор технических наук, профессор,
зав. кафедрой
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

TIMOFEEV

Gennady Alekseevich

Dr. Sc. Techn., Professor,
Head of Department

(MSTU named after N.E. Bauman)

УДК 531.091

К истории формирования российской научной школы Прикладной механики

О.В. Егорова, В.Б. Тарабарин, Г.А. Тимофеев

Описана история создания и развития научно-педагогического направления Прикладной механики как части «Машиноведение». Особое внимание уделено вкладу русских ученых, профессоров ИМТУ и Московского Университета: А.С. Ершова, П.Л. Чебышёва, Д.Н. Лебедева, Ф.Е. Орлова, Д.С. Зернова и Н.И. Мерцалова. С самого начала, с 1872 г., и по сегодняшний день преподаваемый курс играет роль связывающего звена между циклом общенаучных и общинженерных дисциплин. Уникальный кабинет механизмов, основанный в МГТУ им. Н.Э. Баумана в 1845 г. и насчитывающий свыше 500 учебных демонстрационных моделей, помогает студентам осваивать экспериментальные методы исследования механизмов и машин.

Ключевые слова: прикладная механика, машиноведение, кабинет механизмов, русские ученые.

On the History of Formation of the Russian School of Applied Mechanics

O.V. Egorova, V.B. Tarabarin, G.A. Timofeev

The paper examines the history of creation and development of the scientific and pedagogical direction of applied mechanics as a part of the «Engineering Science». A particular attention is paid to the contribution of Russian scientists, the professors of IMTU and the Moscow University, A.S. Ershov, P.L. Chebyshev, D.N. Lebedev, F.E. Orlov, D.S. Zernov and N.I. Mertsalov. From the very beginning, since 1872 to the present day the course taught plays a role as an interface between the course of the general science and general engineering disciplines. A unique laboratory of mechanisms established at the MSTU named after N.E. Bauman in 1845 and having more than 500 educational demonstration models helps students to master the experimental methods for studying mechanisms and machines.

Keywords: applied mechanics, engineering science, laboratory of mechanisms, Russian scientists.

Кафедра «Теория механизмов и машин» (ТММ), одна из старейших в Московском государственном техническом университете им. Н.Э. Баумана, отметила свое 140-летие.

Кабинет Прикладной механики в середине XIX века

Начало «Теории механизмов» как части научного направления машиноведения в России было положено профессором А.С. Ершовым (1818—1867) и продолжено его прославленными учениками: академиком П.Л. Чебышёвым (1821—1894), профессорами Д.Н. Лебедевым (1840—1880) и Ф.Е. Орловым (1843—1892).

О Александре Степановиче Ершове известно, что, окончив в 1839 г. с золотой медалью физико-математический факультет Московского университета, он был отправлен сначала в Санкт-Петербург, а затем за границу для усовершенствования в прикладной математике. Он слушал в Париже курсы лекций Понселе, Морена, Беланже, Редтенбахера и других известных инженеров Европы. В 1845 г. Ершов начал свою деятельность как преподаватель практической механики и начертательной геометрии в Московском ремесленном учебном заведении МРУЗ (ныне МГТУ им. Н.Э. Баумана), в 1859 г. стал его директором и на этом посту много сделал для преобразования училища в технический ВУЗ. Монография А.С. Ершова «Основы кинематики» явилась первым на русском языке трудом подобного рода — азбуки машиноведения. П.Л. Чебышёв положительно оценил содержание курсов, читаемых А.С. Ершовым. П.Л. Чебышёв впоследствии подарил училищу свои оригинальные механизмы и посвятил им ряд статей.

Работая в Петербурге, Чебышёв поддерживал тесные связи с МРУЗ. Здесь была изготовлена его паровая машина и ее модель, а также модели центробежных регуляторов. Паровая машина была испытана на опытном заводе МРУЗ и отправлена на выставку в Париж, где

А.С. Ершов

была удостоена медали. В знак признания заслуг Пафнутий Львович был избран Почетным членом Педагогического совета училища. Он неоднократно выступал на Совете и в Политехническом обществе с докладами, многие из которых были опубликованы.

Среди математиков П.Л. Чебышёв известен как основоположник теории приближения функций, внесший большой вклад и в теорию чисел, и в теорию вероятностей. Он был одним из организаторов Московского математического общества и первого в России математического журнала «Математический сборник». Однако значительную долю своих усилий он потратил на конструирование (синтез) шарнирных механизмов и создание их теории, уделив особенное внимание усовершенствованию параллелограмма Уатта — механизма, служащего для превращения кругового (вращательного) движения в прямолинейное. Его перу принадлежат также многочисленные прикладные работы: «Об одном механизме», «О зубчатых колесах», «О центробежном уравниателе» и др. Чебышёв создал ряд механизмов «с остановками», широко применяемых в современном автоматостроении. В этих механизмах ведомое звено совершает прерывистое движение, причем отношение времени покоя ведомого звена к времени его движения изменяется в зависимости от технологических задач. В общей сложности Пафнутий Львович создал более 40 различных механизмов и около 80 их модификаций. В истории развития науки о машинах нельзя указать ни одного учёного, творчеству которого принадлежало бы столь значительное количество оригинальных механизмов.

П.Л. Чебышёв, его паровая машина и центробежный регулятор

К 1868 г. качество обучения в «ремесленном учебном заведении» стало настолько высоким, что оно было реорганизовано в инженерное высшее учебное заведение — Императорское московское техническое училище (ИМТУ). Первыми в училище были открыты профессорские кафедры высшей математики, общей механики, общей и прикладной физики, построения машин, прикладной и практической механики, строительного искусства, общей химии и химической технологии.

Впервые «Теория механизмов» как раздел дисциплины «Прикладная механика» начали преподавать в 1872 г. для слушателей механического отделения уже Императорского Московского технического училища. Именно Фёдор Евплович Орлов, признанный впоследствии основателем кафедры ТММ, и начал читать теоретические основы проектирования механизмов, которые использовались при расчетах и исследованиях всех известных к тому времени машин.

После смерти Орлова курс Прикладной механики читал Ф.Н. Королев. После его назначения директором Петровской академии (1870) курс временно читал Д.Н. Лебедев (принятый на эту должность Ф.Е. Орлов в это время был в заграничной командировке из которой вернулся весной 1872 г.).

Ф.Е. Орлов (1869) и созданная им модель прямыла с центроидами шатуна

Позднее, обновленная программа учебного курса «Теория механизмов», одобренная Педагогическим советом училища, содержала теоретические и практические сведения, необходимые для понимания принципов работы и построения наиболее распространенных механизмов и машин второй половины XIX века. Превосходная разработка лекций, демонстрация кинематических схем механизмов и их механических моделей способствовали лучшему восприятию изучаемого курса, а изданные конспекты лекций стали большим подспорьем в работе для многих студентов и даже начинающих преподавателей. Введение новейших научных разработок и технических решений инженерных задач в лекции того времени способствовало тому, что этот курс оказался востребованным при подготовке специалистов-механиков в последующие годы.

С 1892 г. курс «Теория механизмов» в ИМТУ стал читать профессор Дмитрий Степанович Зернов (1860—1922), выпускник Московского университета. Вместе с Д.И. Менделеевым, В.Л. Кирпичёвым, братьями Нобель и другими выдающимися учеными и представителями промышленности Д.С. Зернов входил в комиссию по разработке проекта расширения в России технического образования и был председателем Общества технологов в Петербурге и Всероссийской ассоциации инженеров. Он модернизировал читаемый им в ИМТУ курс ТММ в отношении теоретических обобщений и расчетов механизмов, дав ему строгое оформление. В 1898 г. Зернов был переведен в Харьковский технологический институт, в котором занимал должности профессора на кафедре «Прикладная механика» и директора института. В 1902 г. он переехал в Петербург, где был

Д.С. Зернов

профессором Прикладной механики и директором Петербургского технологического института.

В 1899 г. магистр математических наук Николай Иванович Мерцалов (1866—1948) был назначен адъюнкт-профессором на кафедре прикладной механики и термодинамики ИМТУ. Им были разработаны методы расчетов регулирования хода машины, написаны оригинальные работы по гидродинамической теории смазки, проведены исследования зубчатых передач между непересекающимися осями, создан курс пространственных механизмов, что, по праву, позволило считать его основоположником теории пространственных механизмов не только в России, но и за рубежом. Его курс лекций «Динамика механизмов» был, по существу, научно-исследовательской работой, где впервые в мировой науке обобщались оригинальные методы динамического анализа машин и механизмов, а в курсе «Кинематика механизмов» были изложены основы кинематической геометрии и их применения к задачам исследования механизмов. Изданные в 1914 и 1916 гг. на базе лекций учебники на протяжении десятилетий служили настольными книгами для многих поколений студентов. Благодаря своей деятельности Николай Иванович заслужил всеобщее признание как выдающийся ученый нашей страны — ему было присвоено звание Заслуженного деятеля науки и техники Российской Федерации и вручены ордена Ленина и Трудового Красного знамени.

Благодаря работам А.С. Ершова, П.Л. Чебышёва, Н.Е. Жуковского и Н.И. Мерцалова родилась отечественная наука о теории механизмов и машин.

С 1929 г. кафедрой «Прикладная механика» в переименованном в советское время (1917) в МВТУ (Московское высшее техническое

Н.И. Мерцалов

Л.П. Смирнов

училище) на протяжении 20 лет руководил профессор Леонид Петрович Смирнов (1877—1954). Ранее, в 1926 г., он опубликовал двухтомный курс «Кинетика механизмов» и «Кинематика механизмов и машин», в которых были представлены графические приемы решения задач ТММ. Длительное время этими учебниками пользовались студенты и многие преподаватели. Изобретенный Смирновым в начале 1930-х годов прибор — гармонизатор, позволял строить и вычерчивать сложные кривые всего за 20—30 минут, включая время предварительной наладки. Тогда же при кафедре был создан методический кабинет, оказавший неоценимую помощь родственным кафедрам всей страны. Заслуженный деятель науки и техники РСФСР Л.П. Смирнов был организатором в МВТУ специальности «Паровые двигатели» и в 1951 г. выпустил монографию «Теория рабочего процесса в поршневой паровой машине».

С 1949 по 1951 гг. кафедрой «Прикладная механика» (ныне ТММ) руководила доцент, кандидат технических наук Александра Алексеевна Савелова. Именно она провела огромную методическую работу по реформированию преподавания курса теории механизмов: графические работы были заменены комплексными курсовыми проектами по исследованию

Гармонизатор системы Л.П. Смирнова

А.А.Савелова

и проектированию системы механизмов машинных агрегатов; были написаны и изданы учебные пособия по проектированию, которые использовались впоследствии в большинстве вузов страны. Савелова разработала методику расчетов уравнивающих грузов при балансировке вращающихся деталей.

В 1951 г. эстафету заведования кафедрой принял профессор, доктор технических наук, Заслуженный изобретатель Российской Федерации Леонид Николаевич Решетов (1906—1998). Обладая глубокими инженерными и физико-математическими знаниями, он привнес много прогрессивного в процесс преподавания ТММ и в методологию научных исследований. Будучи уже заведующим кафедрой, Л.Н. Решетов большое внимание уделял пополнению коллекции кабинета моделей, а также организовал выпуск конспектов лекций с учетом новаций в технике. Долгие годы работы на кафедре Решетов был куратором коллекции моделей. То, что коллекция моделей сохранилась до наших дней во многом его заслуга. Он не только сохранял коллекцию, но и пополнял ее моделями кинематических пар, самоустанавливающихся механизмов, зубчатых передач. Одна из оригинальных моделей цилиндрической зубчатой передачи шестерня которой имеет только один зуб приведена на рисунке. Наибольшее развитие получили идеи Л.Н. Решетова о статически определимых (самоустанавливающихся) механизмах, которые не содержат избыточных геометрических связей в кинематических парах и замкнутых кинематических цепях. Л.Н. Решетов и его ученики опубликовали по этим вопросам 8 монографий на русском, английском, испанском и китайском языках, 34 статьи и получили 36 авторских свидетельств, создав

Л.Н. Решетов и модель передачи с однозубой шестерней

в МВТУ им. Н.Э. Баумана научную школу по проектированию рациональных механизмов и машин.

В 1962 г. кафедру «Теория механизмов» возглавил Владимир Александрович Гавриленко (1899—1977), профессор, доктор технических наук, Заслуженный деятель науки и техники РСФСР. В начале 1940-х годов он создал геометрическую теорию зубчатых передач, которая получила всеобщее признание и была введена в учебный курс МВТУ им. Н.Э. Баумана. Свою теорию В.А. Гавриленко изложил в четырех фундаментальных монографиях, ставших настольными книгами для многих поколений специалистов по зубчатым передачам. Под его руководством были выполнены многочисленные работы, в которых на специальных стендах исследовались износ и заедание зубьев с целью повышения их нагрузочной способности и ударной стойкости; проводились сравнительные динамические исследования эвольвентных передач и передач М.Л. Новикова; изучались колебательные процессы в зубчатых передачах, а также исследовались и изготовлялись (в том числе и серийно) различные зубчатые передачи внутреннего и внешнего зацепления с любой разностью чисел зубьев колес, включая пространственные, планетарные и волновые зубчатые передачи. Под его руководством в 1973 г. был издан учебник «Теория механизмов», написанный совместно преподавателями кафедры. В.А. Гавриленко создал научную школу в области геометрической теории зубчатых передач, стал основателем (1967) и руководителем системы повышения квалификации преподавателей ФПКП по ТММ и был избран членом Международной научной федерации по ТММ (ИФ-ТоММ). Гавриленко ясно и высоко оценил значение ЭВМ для развития аналитических методов

В.А. Гавриленко

в ТММ, которые становились равноправными с графическими. Будучи прекрасным популяризатором технических знаний, он неоднократно возглавлял проведение в МВТУ им. Н.Э. Баумана технических олимпиад для учеников старших классов и студентов.

После смерти В.А. Гавриленко обязанности заведующего кафедрой «Теории механизмов» до 1978 г. исполняла доцент, кандидат технических наук Ника Алексеевна Скворцова.

Н.А. Скворцова родилась в 1915 г. в Москве. Окончив среднюю школу, она поступила в МВТУ, которое окончила по специальности «Подъемно-транспортное машиностроение». Проработав несколько лет в конструкторском бюро, она поступила в аспирантуру кафедры ТММ. Ее научным руководителем был В.А. Гавриленко. В 1949 г. она закончила аспирантуру и защитила кандидатскую диссертацию на тему «Зубчатые передачи внутреннего зацепления с разностью в числах зубьев колес равной единице». Работа была выполнена на базе теории эвольвентных передач, разработанной Гавриленко. Эта работа в настоящее время забыта. В некоторых современных статьях первенство в создании передач с $z_d=1$ отдается другим авторам (ученикам Скворцовой).

Еще в аспирантуре Ника Алексеевна принимала активное участие в модернизации кафедры. В частности при ее участии создавалась учебная лаборатория по ТММ, проектировались и изготавливались лабораторные стенды. Она была очень активным и деловым человеком. Многие годы она была начальником пионерского лагеря «Бауманец» и заместителем заведующего кафедрой ТММ. При выполнении этой работы она направляла работу преподавательского коллектива на дальнейшее совершенствование подготовки специалистов

Н.А. Скворцова и передача с $z_d = 1$

в МВТУ в области плоских, пространственных и волновых зубчатых механизмов. Также она возглавляла работу преподавателей по совершенствованию научных основ теории проектирования, как плоских зубчатых механизмов, так и зубчатых волновых механизмов, получивших к тому времени широкое внедрение в промышленности. Это касалось как научно-исследовательских хозяйственных работ, так и аспирантских. Ей подготовлено более 10 аспирантов, большая часть которых успешно защитилась.

С 1978 по 2007 г. кафедру, чуть изменившую название на «Теория механизмов и машин», возглавлял академик РАН, член исполнительного совета ИФТММ, профессор Константин Васильевич Фролов (1932—2007). Его работы в области теории колебаний, динамики машин и исследования влияния вибрационных процессов на организм человека, управляющего движением машины, получили международное признание. Под руководством К.В. Фролова учебная дисциплина ТММ была дополнена важным разделом о теории виброзащиты проектируемых механизмов машин, значительно осовременилось изложение разделов динамики машинных агрегатов и вопросов комплексного приложения законов триботехники и эргономики к проектированию и расчету машин, к разработке методов автоматизированных расчетов и проектирования механизмов и механических систем. По его же инициативе кафедра выступила инициатором интегрирования дисциплин ТММ, «Детали машин», «Транспортно-накопительные устройства» в единую дисциплину «Основы проектирования машин» (ОПМ).

Под редакцией К.В. Фролова в издательстве «Высшая школа» вышли в свет учебники «Теория механизмов и машин» (1987) и «Теория механизмов и механика машин» (1998, 2002,

2004), учебное пособие «Курсовое проектирование по теории механизмов и механике машин» (1986, 1998, 1999), а также оригинальное учебное пособие для вузов «Механика промышленных роботов» в 3 томах (1988—1989), ставшие не только универсальными учебниками для студентов и аспирантов, но и практическим руководством для конструкторов и разработчиков новой техники.

С 2007 г. заведующим кафедрой ТММ является доктор технических наук, профессор Г.А. Тимофеев, подготовивший на основе лекционного курса, который он читает в течение ряда лет на факультетах «РК» и «МТ», учебное пособие «Теория механизмов и машин» (2009, 2010).

«Теория механизмов и машин» базируется на механико-математической подготовке студентов и является общеинженерной дисциплиной, играющей роль связывающего звена между циклом общенаучных и общеинженерных дисциплин. Вместе с курсами высшей математики, алгоритмических языков и программирования, теоретической механики, сопротивления материалов, технологии конструкционных материалов и деталей машин, она образует группу предметов, обеспечивающих общеинженерную подготовку и закладывающих фундамент инженерного образования машиностроительного профиля.

Кафедра ТММ более 30 лет ведет большую учебно-методическую и издательскую работу. В дополнение к уже названным следует добавить учебное пособие для курсового проектирования по «Теория механизмов и механика машин» (авторы С.А. Попов и Г.А. Тимофеев), которое переиздавалось в издательстве «Высшая школа» 6 раз с 1986 по 2008 годы. Переработанный и дополненный после смерти К.В. Фролова учебник издавался в Издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана в 2009 и 2012 годах. Учебное пособие «Курсовое проектирование по ТММ» впервые вышло в 2010 г. в Издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана и в 2012 г. было переиздано. Лабораторный практикум (авторы В.Б. Тарабарин, Ф.И. Фурсяк, В.В. Кузенков) переизда-

К.В. Фролов

Г.А. Тимофеев

вался трижды в 2002, 2006 и 2009 годах. Таким образом создан всеобъемлющий учебно-методический комплекс по дисциплине.

История кафедры создавалась выдающимися учеными и профессорами. Заложенные ими традиции сохранены и развиты работающими сегодня преподавателями. В настоящее время кафедра «Теория механизмов и машин» МГТУ им. Н.Э. Баумана — ведущая среди вузов России и ближнего зарубежья. Ежегодно кафедра реализует четыре основные образовательные программы разного уровня обучения по основам проектирования машин.

Кафедра располагает уникальным кабинетом механизмов, основанным в 1845 г. И.П. Балашевым, и насчитывающим свыше 500 учебных демонстрационных моделей, а также учебной лабораторией, в которой студенты осваивают экспериментальные методы исследования механизмов и машин. Наиболее старыми являются модели (1861—1862), которые создавались в учебных мастерских МРУЗ по руководством А.С. Ершова. Модели проектировались и изготавливались учениками мастерских классов по чертежам, опубликованным в книге Ф. Редтенбахера в 1857 г. Многие модели куплены в Германии и Франции у Фойгта, Шредера, Клер и Дижона. Большую часть коллекции составляют модели, подаренные кафедре аспирантами и соискателями, защищавшими диссертации в диссертационном Совете МГТУ им. Н.Э. Баумана. Лаборатория кафедры является базовой по разработке учебно-лабораторного оборудования.

Преподаватели кафедры совместно со студентами и аспирантами выступают с научными докладами, как на российских, так и зарубежных конференциях и конгрессах в США, Италии, Мексике, Корее, Китае, Финляндии и других странах. Повышение интереса студентов и молодых ученых к творческой и научно-исследовательской работе подтверждает высокий статус национального исследовательского университета, полученного МГТУ

им. Н.Э. Баумана 7 октября 2009 г. в результате конкурсного отбора программы развития университетов России. Преподаватели кафедры также участвуют в работе ученых и диссертационных советов по защите кандидатских и докторских диссертаций.

В настоящее время при переходе на двухуровневую систему подготовки кафедра ТММ большое внимание уделяет дистанционному обучению, компьютерным учебникам, старается более широко внедрять результаты научных достижений машиноведения в учебный процесс. Это позволяет ей, как и прежде, быть востребованной в системе подготовки студентов машиностроительных специальностей. Совместная деятельность в учебно-методической и научной работе общеуниверситетских и выпускающих кафедр факультета позволила за прошедшие годы, благодаря взаимопроникновению фундаментальных теоретических и инженерных, а также специальных дисциплин, эффективно объединить усилия в формировании современных профилей выпускаемых специалистов-инженеров, бакалавров и магистров. Сказанное относится как к конструкторской и технологической подготовке, так и к развитию компьютерных технологий, и в этом видится залог дальнейшего развития творческого сотрудничества, полезного обмена знаниями, укрепления сложившихся традиций.

Литература

1. Московское Высшее Техническое Училище имени Н.Э. Баумана 1830–1980. Под ред. Г.А. Николаева и К.С. Колесникова. М., Высшая школа, 1980. 320 с.

2. Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана. 175 лет. М., Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. 352 с.

3. Боголюбов А.Н. Теория механизмов и машин в историческом развитии ее идей. М.: Наука. 1976. 466 с.

4. Делла Восс Виктор. Описание учебных коллекций, назначенных для изучения механических искусств в мастерских ИМТУ. М., 1873. 36 с.

5. Достижения и задачи машиностроения. К 70-летию академика К.В. Фролова. Изд-во «Знание», 2006. 415 с.

6. Golovin A., Tarabarin V. Russian Models from the Mechanisms Collection of Bauman University. Series History of Mechanism and Machine Science. Vol. 7. Editor M. Ceccarelli. Springer, 2008. 261 p.

References

1. *Moskovskoe Vysshee Tekhnicheskoe Uchilishche imeni N.E. Baumana 1830–1980* [Moscow Higher Technical School named after NE Bauman 1830–1980]. Ed. G.A. Nikolaeva, K.S. Kolesnikova. Moscow, Vysshiaia shkola publ., 1980, 320 p.

2. *Moskovskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet imeni N.E. Baumana. 175 let* [The Bauman Moscow State Technical University. 175 years]. Moscow, MSTU named after N.E. Bauman, 2005. 352 p.

3. Bogoliubov A.N. *Teoriia mekhanizmov i mashin v istoricheskom razvitiu ee idei* [Theory of mechanisms and machines in the historical development of its ideas]. Moscow, Nauka publ., 1976. 466 p.

4. Della Voss Viktor. *Opisanie uchebnykh kollektssii, naznachennykh dlia izuchenii mekhanicheskikh iskusstv v masterskikh IMTU* [Description educational collections assigned to the study of the mechanical arts workshops IMTU]. Moscow, 1873. 36 p.

5. *Dostizheniia i zadachi mashinostroeniia. K 70-letiiu akademika K.V. Frolova* [Achievements and challenges of mechanical engineering. On the 70th anniversary of academician K.V. Frolov]. «Znanie» publ., 2006. 415 p.

6. Golovin A., Tarabarin V. Russian Models from the Mechanisms Collection of Bauman University. Series History of Mechanism and Machine Science. Vol. 7. Ed. M. Ceccarelli. Springer, 2008. 261 p.

Статья поступила в редакцию 26.12.2012

Информация об авторах

ЕГОРОВА Ольга Владимировна (Москва) — кандидат технических наук, доктор исторических наук, доцент кафедры «Теория механизмов и машин». МГТУ им. Н.Э. Баумана (105005, Москва, Россия, ул. 2-ая Бауманская, д. 5, стр. 1).

ТАРАБАРИН Валентин Борисович (Москва) — кандидат технических наук, доцент кафедры «Теория механизмов и машин». МГТУ им. Н.Э. Баумана (105005, Москва, Россия, ул. 2-ая Бауманская, д. 5, стр. 1, e-mail: waltar44@mail.ru).

ТИМОФЕЕВ Геннадий Алексеевич (Москва) — доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Теория механизмов и машин». МГТУ им. Н.Э. Баумана (Россия, 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, e-mail: timga@bmstu.ru).

Information about the authors

EGOROVA Olga Vladimirovna (Moscow) — Candidate of Technical Sciences, Dr. Sc. History, Associate Professor of «Theory of Mechanisms and Machines» Department. MSTU named after N.E. Bauman. (BMSTU, building 1, 2-nd Baumanskaya, 5, 105005, Moscow, Russia).

TARABARIN Valentin Borisovich (Moscow) — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of «Theory of Mechanisms and Machines» Department. MSTU named after N.E. Bauman. (BMSTU, building 1, 2-nd Baumanskaya, 5, 105005, Moscow, Russia, e-mail: waltar44@mail.ru).

TIMOFEEV Gennady Alekseevich (Moscow) — Dr. Sc. Techn., Professor, Head of Department of «Theory of Mechanisms and Machines». MSTU named after N.E. Bauman. (BMSTU, building 1, 2-nd Baumanskaya, 5, 105005, Moscow Russia, e-mail: timga@bmstu.ru).