

МЕХАНИКА. 100 ЛЕТ БЕЗ Н.Е. ЖУКОВСКОГО

© 2022 г. А. Н. Богданов

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: bogdanov@imec.msu.ru

Поступила в редакцию 02.04.2020 г.

После доработки 09.04.2021 г.

Принята к публикации 31.07.2021 г.

В статье исследуются и осмысливаются научное наследие и личность Н.Е. Жуковского (1847–1921) — учёного-механика, основоположника гидро- и аэродинамики, заслуженного профессора Московского университета, Императорского Московского технического училища, члена-корреспондента Императорской академии наук. Анализируются основные работы в области механики за прошедшее после его кончины столетие.

Ключевые слова: Н.Е. Жуковский, классики науки, фундаментальные науки, юбилеи, механика, гидродинамика, аэродинамика, Московский университет, ЦАГИ, ВВИА.

DOI: 10.31857/S0869587322010029

“Можно говорить, что математическая истина только тогда должна считаться вполне обработанной, когда она может быть объяснена всякому из публики, желающему её усвоить”.
Н.Е. Жуковский, 1894

В марте 2021 г. исполнилось 100 лет со дня кончины Николая Егоровича Жуковского — выдающегося учёного-математика и механика, своим трудом внёсшего значительный вклад в развитие многих направлений механики, организатора науки, педагога высшей школы, создателя крупнейшей научной школы в области аэрогидродинамики, основателя Центрального аэрогидродинамического института (ЦАГИ) и Военно-воздушной инженерной академии (ВВИА). Его заслуги в науке были высоко оценены и отмечены ещё при жизни. Творческому пути учёного посвящена обширная литература, написанная в том числе его современниками — коллегами, учениками и последователями. Что нового можно добавить к портрету новатора через столько лет после его ухода?

Оглядываясь на прошедшее столетие “без Жуковского”, важно увидеть и понять, как и куда идёт механика — дело жизни отечественного научного гиганта. Выдающаяся роль механики именно как фундаментальной науки, её место в ряду других фундаментальных наук, её актуальность в очередной раз подвергаются сомнению. Опять приходится отбивать попытки ревизии позиций этой науки, по экспертному заключению академика Г.Г. Чёрного¹, являющейся научной основой большинства, если не всех, областей техники — промышленности, строительства, транспорта, служащей базой развития важнейших областей народного хозяйства, необходимой опорой в использовании для нужд общества научных достижений других фундаментальных наук [1, с. 7–9].

Характеризуя личность Жуковского, обычно употребляют такие эпитеты, как “могучий и светлый образ” [2, с. 161]. В советские времена Нико-



БОГДАНОВ Андрей Николаевич — кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник НИИ механики МГУ имени М.В. Ломоносова, учёный секретарь Научного совета РАН по механике жидкости и газа.

Горимир Горимирович Чёрный (1923–2012) — выдающийся советский и российский учёный-механик, педагог высшей школы, организатор науки.



Николай Егорович Жуковский (1847–1921)

лай Егорович был одним из символов отечественной науки, “отцом русской авиации”. Таким он представляется и сейчас. Огромное число учёных-механиков прямо или косвенно являются его учениками или последователями. Его имя носят крупные научные и учебно-научные центры страны – Центральный аэрогидродинамический институт и Военно-воздушная инженерная академия, а также целый наукоград – город Жуковский.

Своей научной и научно-организационной работой, продолжавшейся более 50 лет, Н.Е. Жуковский оказал определяющее влияние на развитие механики в нашей стране. Вошли в научную терминологию “профиль Жуковского”, “схема Жуковского–Рошко”, “теорема Жуковского”, “функция Жуковского”, “условие Чаплыгина–Жуковского”, “винты НЕЖ²” и т.д. В монографии “Механика в СССР за 30 лет” [3] его имя упоминается на 49 страницах, намного опережая своих коллег и последователей (у следующего за ним С.А. Чаплыгина – 35 страниц), оно относится почти ко всем основным разделам современной ему механики – к аналитической динамике, устойчивости движения, теории гироскопов, теории механизмов, гидроаэромеханике, пограничному слою, турбулентности, теории крыла и винта са-

молёта, неустановившимся движениям в жидкости и газе, глассированию, гидравлике, гидродинамической теории фильтрации (кроме теории упругости, хотя работы в этом направлении у Жуковского были). Через 20 лет количество ссылок на Жуковского лишь возросло – в одном только втором томе четырёхтомника “Механика в СССР за 50 лет” [4] – 64 страницы упоминаний.

Происходит периодическое обращение к научному наследию Жуковского, его научным, педагогическим методам и принципам с целью их осмысления и переосмысления [5–8]. Современные условия показали важность для правильного пути развития выбора достойных человеческих ориентиров, фигур “могучих и светлых”, каким был Николай Егорович.

Во времена Жуковского стоял вопрос о самой справедливости описания реального течения жидкости уравнениями гидродинамики. Ему же, опираясь на заимствованные и свои оригинальные методы, удалось решить множество практических задач. Но сегодня можно определённо сказать, что учёный оставил нам нечто большее, чем только научные результаты и педагогические идеи. По сути, своим примером он определил механику и как важнейшую часть наук о природе, и как руководство для решения задач практики, и как научный фундамент для развития инженерных наук [8, с. 166].

Сделать фигуру отечественного светила науки более объёмной позволяють изданные в 2017 г. воспоминания [9] талантливого математика, астрофизика, геофизика, эколога, революционер-большевика, участника революционных событий в России начала XX в. В.А. Костицына (1883–1963), которого можно считать учеником и младшим коллегой Николая Егоровича. Позволяют, поскольку писал Костицын свои воспоминания, относясь и к Жуковскому, и к русской жизни как бы со стороны – будучи, с 1928 г., в эмиграции во Франции. Говоря об учёном, Костицын даёт ему такую характеристику: “С научной точки зрения он <Жуковский> был, конечно, крупной фигурой, но не настолько, как хотят его представить: круг интересов очень узок” [9, с. 187–189].

Анализ тематики работ Жуковского показывает, что Костицын был неправ. До нас дошли 152 публикации на 3150 страницах, курсы лекций на 3210 страницах, отзывы и персоналии. Известны 338 его докладов. Более 60% (66 и 63%³) в них составляет гидрогазодинамика, но отдельные работы посвящены другим разделам механики, и не только ей. Живо интересовали его и вопросы техники [10, с. 194]. Наиболее важной своей работой по гидродинамике Жуковский считал статью “Видоизменение метода Кирхгофа для определе-

²Николай Егорович Жуковский.

³ Подсчёты Г.Ю. Степанова [25, с. 4].

ния движения жидкости в двух измерениях при постоянной скорости, данной на линии тока”. Знамениты его статьи “О присоединённых вихрях”, “К вопросу о величине диаметра водонапорной колонны, соединённой длинной трубой с открытым резервуаром”, “О распределении скоростей в водопроводных трубах”, “О гидравлическом таране”, “О парадоксе Дюбуа”. Но работы “Геометрическая интерпретация рассмотренного С.В. Ковалевскою случая движения тяжёлого твёрдого тела около неподвижной точки”, “Новый гироскопический аппарат”, “Элементарная теория гироскопов” относятся к теоретической механике, “О прочности движения” – к анализу устойчивости, сами за свою тематику говорят названия “Вывод основных формул теории упругости”, “Распределение давлений на нарезках винта и гайки”, “О прочности велосипедного колеса”, “Об упругой оси турбины Лавала и об осях с качающимися подшипниками”, “Упрощённый вывод уравнений движения вязкой несжимаемой жидкости”, “О трении смазочного слоя между шипом и подшипником”, “К вопросу о давлении электрического газа в электрическом поле”, отзыв о сочинении В.А. Михельсона “О нормальной скорости воспламенения гремучих газовых смесей”, “Определение скорости движения продуктов горения в заводской трубе по фотографии выбрасываемого ей дыма”. Приложения теории мелкой воды и уединённые волны рассмотрены в статье “О спутной волне”. Работы “О снежных заносах”, “Теоретическое исследование о движении подпочвенных вод”, “О влиянии давления на насыщенные водой пески” можно отнести к механике природных процессов, “Об артиллерийских снарядах Шапеля” – к внешней баллистике.

Н.Е. Жуковский живо отзывался на исследования других учёных. Показательны названия его статей и докладов: “Н.А. Умов как математик”, “Описание инструмента Кемпе”, “Замечания по поводу предыдущей статьи г. Млодзеевского”, “Труды С.В. Ковалевской по прикладной математике”, “По поводу летательного снаряда Чернушенко”, “Работы Гельмгольца по механике”, “Планиграф Дарбу”, “Рычажной дубликатор Делонэ”, “Локсодромический маятник Гесса”, “О гироскопическом шаре Д.К. Бобылёва”, “Обобщение задачи Бьеркнеса”, “Об упругой оси турбины Лавала”, «Письмо к автору “Влияние поступательной скорости колеса”», “Теория прибора инженера Ромейко-Гурко”, “О замене диска Рэлея”, “О работах Д.И. Менделеева по сопротивлению жидкостей”, “Краткая характеристика литературных работ А.И. Пермякова по водяным турбинам”, “О механизме Л.В. Ассур”, “Геометрическое доказательство первой и второй теорем С.А. Чаплыгина”, “Летательный аппарат Отто Лилиентала”. Его занимал даже женский вопрос,

и он написал статью “Участие женщины в воздухоплавании”.

Интересен комментарий к работе Жуковского другого крупнейшего отечественного учёного и инженера А.Н. Крылова⁴: “В конце 1880-х и начале 1890-х годов Н.Е. Жуковский иногда наезжал и делал в Техническом обществе свои доклады или выступал на чужих докладах. Мне особенно запомнился его доклад “Об определении места порчи в водопроводных трубах”; конечно, не тогда, когда вода бьёт фонтаном до пятого этажа, нет, а когда снаружи ничего не видно. Метода Жуковского, основанная на рассмотрении записи давления после внезапного открытия клинкета, установлена блестящим математическим анализом. Эта метода тогда же была проверена опытами на московском водопроводе и вошла в практику” [11, с. 336].

В бытность студентом автору статьи довелось на физико-механическом практикуме выполнять эксперимент по гидравлическому удару. Помнятся указания преподавателя на этой задаче закрывать задвижку как можно резче. Несмотря на наши далеко ушедшие от Жуковского знания, никакую трубу разорвать нам не удалось, да и создаваемый нами скачок давления в трубе был слабо различим.

Показателен приведённый в качестве эпиграфа к этой статье принцип Жуковского о качестве добытого знания. Николай Егорович следовал ему в жизни. Как вспоминал Б.И. Россинский, однажды соколёнок набросился на голубя-турмана (турманы – голуби, делающие “мёртвые петли”) и вырвал у него половину перьев хвоста; пожалевшие голубя дети, выщипав оставшиеся перья, подровняли ему хвост, он продолжил летать, мог делать повороты, но турманом быть перестал [10, с. 190]. Жуковский сумел объяснить особенности маневрирования птицы крыльями и своим новым хвостом (для выполнения поворота этого оказывалось достаточно, для “мёртвой петли” – уже нет), последующее наблюдение за птицей позволило эти особенности разглядеть. По воспоминаниям В.Л. Александрова, когда сын Жуковского Сергей, отчаянный мотоциклист, опрокинулся на своём транспортном средстве, Николай Егорович выполнил работу “К динамике автомобиля”, рассмотрев более общий случай, и сделал доклад по ней на собрании Московского математического общества (1917) [10, с. 197].

У Костицына можно прочесть о Жуковском: “Его называют отцом русской авиации: это не совсем справедливо по отношению к адмиралу Можайскому, который осуществил первый летающий аппарат в 1882 году” [9, с. 187]. Не согласим-

⁴ Алексей Николаевич Крылов (1863–1945) – выдающийся русский и советский учёный-математик, механик и инженер-кораблестроитель.

ся с Костицыным. А.Ф. Можайский⁵ был, конечно, в определённом смысле предшественником Жуковского, но остался энтузиастом-одиночкой и заметного влияния на развитие авиационной науки не оказал, не говоря уже о создании научной школы или организации авиационного профиля.

Костицын писал: “Первое сообщение Николая Егоровича на авиационные темы имело место в 1903 году на одном из внеочередных заседаний Московского математического общества. Я хорошо помню на доске его чертежи, изображавшие схематизированные крылья, со стрелками, означавшими действующие силы, и с указанием на роль мотора; был дан подсчёт количества лошадиных сил на единицу веса для существующих моторов, и Николай Егорович прибавил, что, собственно, уже сейчас такой аппарат возможен: он и был осуществлён братьями Райт именно в 1903 году. Что же касается до теоретических построений в том виде, как Жуковский рассказывал их, то они не являлись новостью и в литературе по авиации можно указать много его предшественников, иногда — за несколько десятков лет до него; я считаю работы Чаплыгина⁶, во всех отношениях, гораздо более замечательными” [9, с. 187, 188].

Заметим, что увлёк в механику и подготовил С.А. Чаплыгина как учёного⁷ именно Жуковский. Хотя как учёный и педагог Сергей Алексеевич оказался полной противоположностью учителю — исключительным теоретиком-аналитиком, а учеников в обычном понимании этого слова не имел.

Костицын в своих воспоминаниях охарактеризовал и гражданскую позицию Н.Е. Жуковского. Она показательна. Когда в январе 1911 г. в ответ на административное вмешательство в жизнь Московского университета, выразившееся в фактической отмене университетской автономии, многие профессора университета, в том числе Чаплыгин, оставили преподавание в этом учебном заведении, Жуковский этого не сделал. Костицын пишет: “Николай Егорович привлекал своей изумительной наивностью, простодушием, приветливостью: в нём было что-то детское. Он совершенно неспособен к интригам и, вместе с тем, очень законопослушен: не понимал, как можно идти против правительства. <...> Иначе говоря, Жуковский весьма последовательно стоял на точке зрения апостола Павла <нет власти не от Бога>.

⁵ Александр Фёдорович Можайский (1825–1890) — русский военный деятель, контр-адмирал, изобретатель — пионер авиации.

⁶ Сергей Алексеевич Чаплыгин (1869–1942) — выдающийся русский и советский учёный-механик и организатор науки.

⁷ Чаплыгин хотел стать дипломатом и в Московский университет поступил вынужденно, из-за недостатка денег на платное обучение в Институте восточных языков.

Никакого подслуживания, подлизывания; просто дух борьбы был ему совершенно чужд” [9, с. 188]. Впоследствии эту позицию аргументированно поддержал А.Ю. Ишлинский⁸, сказав, что те, кто занимается наукой, — умнее, но те, кто стоит у власти, — сильнее, и с этим надо считаться. Отметим, что в 1895 г. исполнилось 25 лет служебной деятельности Жуковского, по тогдашним порядкам ему следовало уходить в отставку по выслуге лет. Желая продолжать работу, Жуковский дважды подавал прошения на высочайшее имя и дважды, в 1895 и 1902 гг., получал разрешение остаться в должности профессора на службе в университете и в Техническом училище с сохранением содержания. В 1911 г. его демонстративный уход чиновников Министерства образования никак не впечатлил бы. Но тут есть и ещё одна важная причина остаться в университете — забота о студентах, об их надлежащем образовании. Уход лучших педагогических кадров наносит трудновосполнимый урон обучению.

В своей работе Жуковский проявлял примерное спокойствие. Показателен следующий случай, по воспоминаниям Б.И. Россинского: желая посмотреть кинофильм о полёте братьев Райт (хроника экранной газеты “Патэ-журналь”), Николай Егорович по приглашению зашёл в кинозал на Петровке. Но интересующий его фильм был предворён кинокомедией “Похождения Глупышкина”. Вынужденный смотреть комедию, учёный от души смеялся. Последовавшая затем кинолента оказалась столь кратка, что пришлось остаться на следующий сеанс, вторично смотреть “Глупышкина”, и лишь затем полёты Райт. Но сочувствующим Николай Егорович сказал, что напротив, отлично отдохнул [10, с. 191].

В научных же спорах Жуковский проявлял твёрдость: «Как оппонент на защите диссертаций он не терпел, когда ему противоречили, и он отвечал так, как ответил Штернбергу⁹, не признававшему правильности возражений Жуковского: “Нет уж, позвольте, Павел Карлович, если я говорю вам, что это так, то это действительно так”» [9, с. 188]. Твёрдость проявлял он и в ситуациях, которые ему не нравились, и умел показать своё недовольство надолго запоминающимся образом. А.А. Архангельский вспоминал, как подвозивший Жуковского на автомобиле водитель, пренебрегая правилами уличного движения, обогнал слева быстро идущий трамвай и проскочил в узкую щель между ним и встречным трамваем. Николай Егорович, тронув водителя за плечо, по-

⁸ Александр Юльевич Ишлинский (1913–2003) — выдающийся советский и российский учёный-механик и организатор науки.

⁹ Павел Карлович Штернберг (1865–1920) — российский учёный-астроном, революционер-большевик.

просил остановиться, ни слова не говоря, вышел из машины и далее последовал пешком [10, с. 195].

Механика не есть только прикладная математика. Механика — раздел человеческого знания со своим широчайшим предметом и специфическим методом. Своей работой Жуковский ясно демонстрировал это. Он умел сводить решаемую задачу к дифференциальным уравнениям, которые интегрировались. Любил участвовать в экспериментах и получать научные результаты в существующих условиях, подчас совсем не подходящих для нормальной работы. Например, представление об обстановке ведения научной работы в Кучинском аэродинамическом институте (первом по этому профилю не только в нашей стране, но и в Европе) дают воспоминания Костицына: «Для меня стало ясно, что научное оборудование <...> Рябушинского¹⁰ ничего не стоит: большая аэродинамическая труба не давала равномерного потока воздуха, а приспособления для униформизации вызывали добавочные вихри; аппарат для изучения трения воздуха совершенно не соответствовал цели; мелкие измерительные приборы — трубка Пито, анемометры и т.д. — давали колоссальные ошибки. А что сказать об “опытах” Рябушинского с возбуждением “колебаний в эфире” путём сбрасывания с башни чугунной плиты и улавливания микрофоном “эфирных волн”? Но хозяином он был хорошим: плотина и электрическая станция продолжали без отказа работать; постройки были по-купечески основательны; рабочие <...> хорошо подобраны; библиотека — хорошо составлена (помимо научных, она содержала большое количество исторических книг, беллетристики и даже порнографии — конечно, на французском языке)» [9, с. 215]. Д.В. Рябушинский подчёркивал, что Кучинский аэродинамический институт был частным учреждением и нередко выставлял неприемлемые для Жуковского условия, что быстро привело к прекращению их сотрудничества [10, с. 151].

В настоящее время натуральный эксперимент становится всё более трудновыполнимым в условиях монетизации научной деятельности и бездумной замены его на компьютерное моделирование, возможности которого в переработке огромного объёма данных стремительно и впечатляюще растут. С болью в сердце приходится констатировать, что следствием такой политики становятся техногенные катастрофы, например, обрушения Басманного рынка, аквапарка “Трансвааль” из-за ошибки в компьютерной программе расчёта сооружений [1, с. 26].

¹⁰Дмитрий Павлович Рябушинский (1882–1962) — русский предприниматель, основатель и владелец Кучинского аэродинамического института. После революции 1917 г. эмигрировал во Францию.

Проходящая в стране реформа высшего образования сопровождается изгнанием самого термина “механика” из названий подразделений вузов с заменой его на математическое моделирование. Так, на механико-математическом факультете Южного федерального университета (Ростов-на-Дону), ставшем Институтом математики, механики и компьютерных наук, 7 из 12 входящих в его структуру кафедр (алгебры и дискретной математики; вычислительной математики и математической физики; дифференциальных и интегральных уравнений; информатики и вычислительного эксперимента; высшей математики и исследования операций; математического анализа и геометрии; математического моделирования; прикладной математики и программирования; теоретической и компьютерной гидроаэродинамики; теории упругости, теории и методики автоматического образования; технологий автоматизации в бизнесе) имеют в названии термины “вычислительный”, “моделирование”, “программирование” и ни одного раза — “механика”. А ведь созданный первым механико-математический факультет МГУ был назван так неслучайно, механики были сильнее [12].

В лице Жуковского отечественная высшая школа имела выдающегося педагога, слушатели лекций Николая Егоровича отмечали его живую, увлекательную манеру преподавания, склонявшую интересы многих в сторону механики. Его отличительной чертой как педагога было стремление и умение поддержать начинающего исследователя, «он никогда не позволял себе сказать, что задача неисполнима; он говорил: “Я пробовал заниматься этим вопросом, но у меня ничего не вышло; попробуйте Вы, может быть, у Вас выйдет”»¹¹. Характерной в его отношениях с молодёжью была полная откровенность. А.Н. Туполев вспоминал, что на вопрос студента о содержании (физическом назначении) какой-нибудь обеспечивающей процесс детали Жуковский мог и ответить: “Нет, с самим содержанием не могу сказать, как это будет” [10, с. 180]. Простота в общении позволяла студентам “с наивностью молодости” ставить ему вопросы, «на которые ещё не было ответа на земле, а он со спокойной мудростью отвечал: “Подумаю”».

Жуковский понимал, что педагогическая работа требует особых качеств, в этой связи интересно воспоминание И.И. Артоболевского¹², как выходя из аудитории после защиты С.А. Чаплыгина докторской диссертации, Николай Егорович сказал: “А профессора из него не получится”

¹¹Из речи профессора С.А. Чаплыгина на похоронах Н.Е. Жуковского.

¹²Иван Иванович Артоболевский (1905–1977) — выдающийся советский и российский учёный-механик и организатор науки.

[13, с. 151]. К чести Чаплыгина, тот заразительно смеялся над этой историей, но, действительно, при возможности преподавательскую работу оставил.

Последние годы Н.Е. Жуковского были омрачены катастрофой быта в условиях послереволюционного разорения, тяжёлыми болезнями, безвременной кончиной любимой дочери — Лены. Он не был счастлив в личной жизни, не имел собственной семьи. Силы он черпал только в любимой работе и в общении с многочисленными учениками и сподвижниками — достойный пример силы человеческого духа.

Жуковский уже при жизни получил (великое счастье!) коллегу и советчика в лице своего ученика Чаплыгина. Примеры высоты отношений — в их переписке.

Из письма Чаплыгина Жуковскому:

“Глубокоуважаемый Николай Егорович! Мне казался очень странным вид полученного Вами интеграла... Вы, по рассеянности, допустили недосмотр... Но, что всего любопытнее, <...> Вы незаметно для себя дали в высшей степени интересную интерпретацию движения (вращения) тела в жидкости... Если Вы посмотрите формулы на обороте, то это будет совершенно ясно.

Искренне Вас почитающий С. Чаплыгин” [14, с. 187].

После ухода Н.Е. Жуковского именно Сергей Алексеевич Чаплыгин выступил продолжателем его дела, сыграв выдающуюся роль и как учёный-исследователь, и как глава школы учёных-механиков, и как организатор науки. Только что основанные Жуковским и находившиеся в зачаточном состоянии ЦАГИ и ВВИА превратились в центры мирового уровня [15, 16], в научном семинаре ЦАГИ под руководством Чаплыгина выросла плеяда учёных-механиков, составивших цвет этой науки.

Уже через пять лет после кончины Жуковского, в 1926 г., в отчётном докладе о работе ЦАГИ за девять лет возглавлявший институт Чаплыгин говорил, что задача института — изучение механических свойств воздуха и воды в целях технического использования их для нужд человека (а иногда и в целях борьбы с их вредными влияниями), подчёркивал полную готовность ЦАГИ идти навстречу промышленности. Особо отмечал необходимость создания развитой экспериментальной базы, считая, что одного математического исследования, анализа будет недостаточно: “Н.Е. один из первых прекрасно понял, что одной только математики в деле исследования будет мало” [17, с. 220].

С установлением советской власти отечественная механика получила мощную государственную поддержку, стала крайне востребована в условиях курса на скорейшую индустриализа-

цию страны: “...теория, если она является действительно теорией, даёт практикам силу ориентировки, ясность перспективы, уверенность в работе, веру в победу нашего дела”¹³. Высказанное Жуковским положение, что человек “полетит, опираясь не на силу своих мускулов, а на силу своего разума”¹⁴, со всей очевидностью подтвердилось. Уже через 15 лет заслуги ЦАГИ отмечали на государственном уровне. Торжественное заседание прошло в Большом театре в Москве, рядом с учёными в президиуме — руководители страны Сталин и Ворошилов. Над сценой во всю ширину красовались слова: “У нас не было авиационной промышленности, у нас она есть теперь. Сталин”. 1930-е годы стали годами подлинного “завоевания неба”. На прочном научном фундаменте развивалась авиационная промышленность, зародившаяся в ЦАГИ же под руководством А.Н. Туполева. Её успехи были впечатляющими — например, беспосадочный перелёт в 1937 г. советского самолета АНТ-25 из Москвы в Америку. Наряду с развитием авиационной науки и конструированием новых отечественных самолётов, в ЦАГИ были заложены крупные научные центры в области моторостроения, авиационных материалов, промышленной аэродинамики, гидротехники. Реформированная Академия наук СССР получила отделение технических наук, в её структуре появились институты механического профиля — Институт механики и Институт машиноведения.

В 1940 г. Чаплыгин добился возобновления конкурса работ на соискание премий имени Н.Е. Жуковского, и когда за первую премию соперничали две работы — теоретическая С.А. Христиановича “Задача обтекания профиля методом Чаплыгина” и практическая Г.М. Мусинянца “Аэродинамические весы больших аэродинамических труб Т-101 и Т-104”, решительно выступил в поддержку работы Мусинянца. С.А. Христианович вспоминал: «Сам Чаплыгин эту <решённую мной> задачу решить не смог. В моей работе он понимал всё и отдал предпочтение Гургену Никитичу: “Это теория, а это вещи!”» [14, с. 184]

Учёные-механики внесли достойный вклад в победу советского народа в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг., разрабатывая новые и совершенствуя старые виды вооружения. Их усилиями был преодолён “снарядный голод” [18], “поставлена на вооружение” кумуляция, грозным возмездием врагу стали реактивные снаряды “Катюша”, доработка которых продолжалась в военные годы [19], и многое другое. Затем огромного напряжения сил потребовало создание ядер-

¹³Из речи И. Сталина на конференции аграрников-марксистов 27 декабря 1929 г.

¹⁴Из речи Н.Е. Жуковского на Общем собрании X Съезда естествоиспытателей и врачей в Киеве 25 августа 1898 г.

ного счита, предотвратившего новые мировые войны [20].

После окончания Великой Отечественной войны развитие механики получило новое продолжение в крупных отечественных научных центрах, в частности, в организованном в 1948 г. ЦНИИмаше, ряд институтов механического профиля был открыт в созданном в 1957 г. Новосибирском академгородке. В 1959 г. постановлением Совета министров РСФСР с целью развёртывания научно-исследовательских работ в области механики, направленных на решение важнейших задач современной техники, и улучшения подготовки необходимых для народного хозяйства специалистов при главном вузе страны – МГУ имени М.В. Ломоносова – был создан Институт механики с полномасштабной, развитой, во многом уникальной экспериментальной базой.

Фундаментальные труды были написаны по всем разделам механики [21–27], к юбилеям видных учёных и научных организаций выходили сборники научных работ учеников, коллег и сотрудников Жуковского [28–32].

В 1956 г. в ряду других комитетов по отдельным специальностям был создан Национальный комитет СССР по теоретической и прикладной механике, который разработал свой собственный устав (Положение) с широко поставленными задачами и придерживался его, сохраняя известную самостоятельность в течение всей своей деятельности. В первый состав Национального комитета в количестве 48 человек вошли крупнейшие отечественные учёные-механики того времени: И.И. Артоболевский, Н.Х. Арутюнян, А.А. Благоврахов, И.Н. Векуа, В.З. Власов, Л.А. Галин, Н.И. Глаголев, А.Л. Гольденвейзер, Н.Н. Давиденков, А.А. Дородницын, А.А. Ильюшин, А.Ю. Ишлинский, М.В. Келдыш, А.А. Космодемьянский, П.Я. Кочина, Е.А. Красильщикова, М.А. Лаврентьев, С.Г. Лехницкий, Л.Г. Лойцянский, А.И. Лурье, А.И. Макаревский, М.Д. Миллионщиков, Г.К. Михайлов, Н.И. Мухелишвили, Х.М. Муштари, А.И. Некрасов, А.А. Никольский, В.В. Новожилов, В.М. Панфёров, Г.И. Петров, Н.И. Пригоровский, И.М. Рабинович, Ю.Н. Работнов, Х.А. Рахматулин, Г.Н. Савин, Л.И. Седов, С.В. Серенсен, Н.А. Слёзкин, В.В. Соколовский, Л.Н. Сретенский, В.В. Струминский, Г.В. Ужик, Ф.И. Франкль, С.А. Христианович, Н.А. Цытович, Н.Г. Четаев, К.Н. Шевченко, Б.Н. Юрьев [33]. Преимущество дела Жуковского поддерживало и то, что А.И. Некрасов и Б.Н. Юрьев были прямыми его учениками, а А.Л. Гольденвейзер, А.А. Дородницын, А.А. Ильюшин, М.В. Келдыш, М.А. Лаврентьев, Л.Г. Лойцянский, А.И. Макаревский, М.Д. Миллионщиков, А.А. Никольский, Л.И. Седов, В.В. Струминский, Ф.И. Франкль и С.А. Христианович – вос-

питанниками или (в разные годы) сотрудниками ЦАГИ. Отметим здесь выдающуюся роль Николая Егоровича в воспитании многих поколений учёных-механиков Московского университета. В своё время он шёл в университет с трепетом. “...итти в университет да ещё на математический факультет, я не вижу никакой дороги, – писал Жуковский своей матери. – Университет ужасно меня пугает. Оканчивая университет, нет другой цели, как сделаться великим человеком, а это так трудно; кандидатов на имя великого так много” [34, с. 10, 11]. Отрадно видеть, что многие выпускники университета, например, М.В. Келдыш¹⁵, это стремление Жуковского стать великим осуществили. Более трети членов первого состава Национального комитета по механике были выпускниками Московского университета.

Национальный комитет сформулировал для себя весьма широкий круг задач: подготовка и проведение конференций по различным вопросам механики; содействие координации научных исследований по отдельным вопросам механики и укрепление связей научных работников СССР; укрепление связей советских механиков с зарубежными специалистами и организациями в области механики; распространение за рубежом материалов о развитии механики в СССР; рассмотрение вопросов издания в СССР журналов по механике; представительство механиков СССР в Международном союзе по теоретической и прикладной механике (IUTAM); подготовка и проведение мероприятий, связанных с участием советских механиков в международных и национальных зарубежных конгрессах и конференциях по механике; информирование советской научной общественности о работе международных и национальных зарубежных организаций механиков; содействие обмену научной информацией между советскими и зарубежными механиками.

В 1960 г. в нашей стране состоялся первый из крупнейших отечественных научных форумов – Съезд по теоретической и прикладной механике, работа которого проходила в нескольких секциях: общей и прикладной механики (подсекции: аналитическая механика и теория устойчивости движения, гироскопия, колебания и регулирование, теория механизмов и машин); механики жидкости и газа (общая гидромеханика, аэродинамика и газовая динамика, магнитная гидродинамика и теория неустановившегося движения газа, движение вязкой жидкости, пограничный слой, турбулентность и теплопередача, движение жидкости и газа в пористых средах, прикладная гидродинамика); механики твёрдого тела (теория упругости, теория пластичности и ползучести,

¹⁵Мстислав Всеволодович Келдыш (1911–1978) – выдающийся советский учёный-математик и механик, организатор науки.

теория пластинок и оболочек, динамические задачи, механика грунтов, строительная механика, реология). Пленарные, секционные и подсекционные доклады на съездах отражали важные перспективные направления, содержали итоговые и текущие результаты исследований по ведущим темам, материалы по важным датам в истории механики. Так, единственный пленарный доклад на II Всероссийском съезде теоретической и прикладной механики (Москва, 1964) был сделан Л.И. Седовым на тему “Галилей и основы механики (к 400-летию со дня рождения Г. Галилея)”.

Съезды, собиравшие тысячи участников, проводились регулярно, один раз в 4–5 лет, до 1991 г. Публиковались Труды съезда, содержавшие обзорные доклады или аннотации. Тематика докладов охватывала и классические, и новые разделы механики, теоретические и экспериментальные, фундаментальные и прикладные направления, а также смежные и комплексные науки.

По инициативе и под руководством Г.Г. Чёрного в 2001 г., после десятилетнего перерыва, вызванного постперестроечным обвалом всех сторон жизни в стране, съезды возобновились. Их научная программа с годами претерпевала изменения. Так, пленарные доклады на VIII Всероссийском съезде (Пермь, 2001) не проводились. На IX и X съездах (Нижний Новгород, 2006, 2011) их было по три: “Движение твёрдых тел по поверхности с сухим трением”, “Общая теория вихрей, симплектическая геометрия и гироскопическая стабилизация”, “Актуальные проблемы энергообеспечения общества” – на одном и “Проблемы разработки робототехнических и биомехатронных систем с тактильным ощущением”, “Многомасштабность и многофазность”, “Суперкомпьютерные технологии и их роль в науке и промышленности” – на другом. Число пленарных докладов постепенно росло. На XI Всероссийском съезде (Казань, 2015) их было уже 10: “Развитие исследований в области механики в Казанском государственном университете”, “Г.Г. Чёрный и его роль в развитии газовой динамики”, “Метаматериалы в электромагнетизме, оптике и акустике”, “Гидродинамика и термодинамика климата”, “Задачи механики в авиационной”, “Динамика и управление локомоциями мобильных роботов”, “Локализованные турбулентные структуры в круглой трубе”, “Мембранно-сорбционный метод обогащения гелия из природного газа: идея, научное обоснование, технология”, “Задача Лаврентьева–Ишлинского. Развитие идеи”, “Сверхпрочность и механизмы деформации объёмных материалов”. Столько же пленарных докладов делегаты представили на XII Всероссийском съезде (Уфа, 2019): “Механические методы изучения уравнений состояния вещества в экстремальных условиях”, “Теории слоистых структур, в том числе сэндвичей”, “Ме-

ханика в перспективных производственных технологиях: как сделать технологию лучше?”, “Инновационные технологии в детской травматологии и ортопедии”, “Задачи механики в авиационном двигателестроении”, “Многомерные течения с детонацией в энергетических установках”, “Физические и математические модели бафтинга”, “Стратифицированные течения и внутренние волны в глубоководных разломах и каньонах Атлантики”, “Проблемы механики в нефтегазодобывающей промышленности”, “Математическое моделирование природных склоновых потоков”.

От механики обычно не ждут событий, подобных научным революциям в физике [35], но по истине революционным можно считать открытие способов высокоскоростного (до 1000 м/с!) подводного движения после разработки сравнительно малоразмерного носового кавитатора, взаимодействующего с потоком жидкости перед телом, большая часть которого оказывается в создаваемой кавитатором паровой суперкаверне [36].

Давно понятые законы невозможности создания вечного двигателя тем не менее не ограничивают создание, благодаря направленному преобразованию энергии, их аналогов. В качестве примера укажем разработанный под руководством Ю.Л. Якимова волновой движитель [37], использующий энергию волнения морской поверхности. Создаются также аппараты, поведение которых, на первый взгляд, противоречит законам механики, к ним можно отнести ветромобиль, движущийся против ветра [38].

Применение в научном эксперименте разработанной учёными-механиками теории размерности и подобия [39] позволяет изучать в лабораторных условиях грандиозно масштабные задачи глубоководного (до 200 м) старта [40]. Уяснение механических особенностей процессов движения жидких и газообразных сред – добиваться осуществления важных для приложений труднореализуемых (ненаблюдаемых) в обычных условиях режимов – протяжённых (до 6 диаметров) ламинарных затопленных газовых струй [41], крупно-размерных (до 3.5 м) плёночных фонтанов [40], безвихревого слива [42], или объяснить хорошо известные природные явления, например, гашение волн на поверхности воды дождём [43]. Отметим и отдельное гармонизирующее очарование гидродинамики [44].

Эпоха покорения неба сменилась эпохой покорения космоса. Впечатляющие достижения механики в этом направлении продемонстрированы значительным количеством успешных космических миссий. Сложность преодолённых проблем показательно характеризует высказанная самоирония учёных-механиков: после доклада академика А.Ю. Ишлинского о причинах отказа гироскопической системы ракеты-носителя Келдыш

совершенно спокойно сказал: “После такого замечательного доклада Александра Юльевича даже тому, кто не знает теории гироскопов, делается ясно, что летать надо вообще без гироскопов” [45, с. 263]. Показательны предложенные механиками выходы из иных сложных ситуаций. Так, в 1960 г. при подготовке запуска первой автоматической станции к Марсу в состав её научного оборудования предполагалось включить аппарат (спектрорефлексометр), способный определить, есть ли на планете вода, и тем самым – есть ли на Марсе жизнь. По различным причинам старт задержался. Чтобы стартовать и успеть подойти к Марсу, надо было уменьшить массу полётного груза, поэтому прибор потребовали снять. Тогда М.В. Келдыш предложил испытать его в земных условиях. Прибор показал: “Нет жизни на Земле!”, после чего спектрорефлексометр был удалён без обид даже со стороны его создателей и дал экономии в 12 кг полётного веса [45].

Успехи механики в решении задач навигации и автоматического управления позволили осуществить полёт многоразовой транспортной космической системы “Буран” в автоматическом режиме [46] и создали условия для развития технологий частично контролируемого перераспределения управления объектом между экипажем и бортовым оборудованием, повышающего безопасность космических пилотируемых полётов [47].

На научную систематическую основу поставлено изучение неожиданных в обычной жизни, но грозящих смертельной опасностью нелинейных резонансных процессов [48]. Приводящая к развитию резонансного процесса связь частоты вынуждающей силы с частотой возможных собственных колебаний в исследуемой области может быть не предугадываемой заранее и неожиданно нетривиальной, условия для развития разрушительного процесса могут быть созданы непреднамеренно.

Многолетняя исследовательская работа позволила построить математическую теорию и одного из опаснейших для человечества природных явлений – землетрясений. По мнению С.С. Григоряна [49], прогноз землетрясений возможен так же, как и вошедший в повседневную жизнь прогноз погоды, для этого надо организовать сеть наблюдательных станций, регистрирующих хорошо известные предвестники землетрясений (локальные разрушения горных пород в районе очага будущего землетрясения и т.п.). Показательно обращение к учёным-механикам Католикосу всех армян Вазгена I. “Известно, – сказал Католикос, – что во всей Армении – горной стране – только наша резиденция никогда не была подвержена разрушительному воздействию землетрясений. Мы, иерархи церкви, объясняем это Божьей за-

щитой и Его покровительством. Но должно ведь быть и научное объяснение этого феномена” [50, с. 4]. Действительно, Эчмиадзин расположен на природной подушке из мягких пород, естественном носителе всех колебаний земной поверхности, но наблюдения показывали, что колебания земной поверхности могут и усиливаться, если под верхними слоями находятся слои относительно большей податливости по сравнению с глубинными породами. Парадоксальным оказалось обнаружение факта особого сочетания толщины податливого слоя и его механических свойств, при котором только и происходит ослабление колебаний, подобно тому, как эта делает рессорная подвеска транспортного средства [51].

Наряду с развитием классических направлений механики появились и развиваются новые – механика гетерогенных сред [52], электромагнитная гидродинамика [53, 54], механика композиций [55], наноматериалов [56] и материалов с памятью [57].

Новые задачи выдвигает биомеханика [58], их суть можно охарактеризовать как последовательное внедрение идей и методов механики в решение глубоких собственно биологических проблем и задач практической медицины. Так, осмысление сделанного биологами и врачами с иной точки зрения и с иными мерками понятого и непонятого показало совершенно другой уровень истинного *незнания*. Количество не имеющих удовлетворительного ответа вопросов к чисто механическим структурам и процессам в живых организмах впечатляет, не дано разумное объяснение многим диагностическим приёмам в медицине, иногда имеющим многовековую традицию. Вместе с тем отрадно констатировать взаимное плодотворное влияние механики и биологии друг на друга, например, обнаружение в крови естественных аналогов предложенных полимерных добавок для изменения её текучести. Идеи об участии механических факторов в морфогенезе при развитии организма, определение видовой ценности некоторых механических “качеств” организма приводят к новым концепциям биологического характера. В иной плоскости ставятся вопросы в биомеханике: каковы принципы работы биологических двигателей, как химическая энергия преобразуется в механическую, как осуществляется управление движением живых организмов? Разработки по результатам решения задач механики способны помочь человеческому организму в экстремальных, рабочих, ситуационных условиях, по медицинским показаниям в ортопедии, а на более технологичном уровне в качестве примера приведём автоматическую коррекцию функции вестибулярной системы при минимальном участии человека [59].

В сфере интересов механики была и остаётся спортивная тематика. Предложенные исследования аэродинамики лыжников, велосипедистов, саночников, бобслеистов в аэродинамических трубах помогли ряду из них добиться значительных успехов на крупнейших мировых соревнованиях, включая Олимпийские игры [40].

Механика вносит свой достойный вклад в решение проблем экологии. В конце 1970-х годов при массовой застройке городов был поднят вопрос о комфортном проживании, включавший обеспечение должного проветривания жилых районов, отсутствие застойных зон, а также зон повышенной скорости ветра. Первые научные работы по теме были выполнены при разработке плана застройки жилого района Чертаново-Северное в Москве. Исследования в целях улучшения ветрозащищённости прошли в городе нефтяников Сургуте. Подобные вопросы изучались в Москве на жилом комплексе “Сердце столицы”, круглогодичном катке в районе Крылатское, хоккейном стадионе на Ходынском поле, а также на олимпийских спортивных объектах в Сочи, торговом центре и стадионе “Зенит-арена” в Санкт-Петербурге [40].

В лаборатории механики природных процессов НИИ механики МГУ был создан полимерно-минеральный композит кавэласт, способный, не растворяясь в воде, увеличить свой объём в 50 раз! Новое вещество может служить прекрасным гидроизоляционным материалом, практически неограниченное число раз подвергаясь размоканию и высушиванию, при этом оно не теряет своих свойств (если в воде растворено не слишком много солей) и не портится со временем. Добавленные в песок всего 5–10% вещества, набухая, заполнят поры и полностью прекратят фильтрацию жидкости. Такой изоляционный слой толщиной в 5 см способен выдержать давление воды более 30 атм, не пропустив ни капли. Покрыв дно и стенки каналов и водохранилищ кавэластовой смесью, можно полностью ликвидировать потери воды от просачивания в грунт. Намечавшаяся в своё время переброска воды сибирских рек в каналы Средней Азии дала бы около 30–50% всего их расхода [40].

Именно перед механикой встаёт задача предотвращения грядущей экологической катастрофы — гигантского нарастания перерабатываемых объёмов мусора, актуальность утилизации которого стоит уже и в околоземном пространстве [60].

Отрадно вслед за Жуковским видеть новых учёных-механиков, считающих своим жизненным предназначением занятия исследовательской работой с целью понять и объяснить окружающий мир. Яркие примеры — М.А. Лаврентьев (1900–1980) [61], Л.И. Седов (1907–1999) [62],

С.А. Христианович (1908–2000) [63], А.А. Дороницын (1910–1994) [64], М.В. Келдыш (1911–1978) [65], А.А. Ильющин (1911–1998) [18], Х.А. Рахматулин (1909–1988) [66], Г.И. Петров (1912–1987) [67], А.Ю. Ишлинский (1913–2003) [68], В.В. Струминский (1914–1998) [69], С.С. Григорян (1930–2015) [70].

Актуальность механики сохраняется, она много дала и ещё больше даст новых решений насущных проблем человечества в технической сфере, способствуя повышению культуры в целом. Девиз — решение реальных задач механики, ставший руководящим для большинства учеников московской школы механики времён Жуковского, — остаётся таковыми и поныне, и не только для представителей московской школы, и не только для механиков-теоретиков. А “там впереди идут молодые, сильные <...> старость и юность сливаются в непрерывной работе для познания истины”¹⁶.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Чёрный Г.Г.* Слово о вечно новой механике. М.: МГОФ “Знание”, 2011.
2. Люди русской науки. М.—Л.: ГТТЛ, 1948.
3. Механика в СССР за тридцать лет: 1917–1947 / Под ред. В.З. Власова и др. М.—Л.: ГТТЛ, 1950.
4. Механика в СССР за 50 лет. В 4 т. Т. 2. Механика жидкости и газа / Под ред. Л.И. Седова, Я.Б. Зельдовича, А.Ю. Ишлинского, М.А. Лаврентьева, Г.К. Михайлова, Н.И. Мухелишвили, Г.Г. Чёрного М.: Наука, 1970.
5. *Келдыш М.В.* Научное наследие профессора Н.Е. Жуковского // Техника воздушного флота. 1947. № 1. С. 5–10.
6. *Христианович С.А.* Научное наследие Н.Е. Жуковского / Доклад на заседании, посвящённом 30-летию со дня смерти Н.Е. Жуковского, 19 марта 1951 г. // Известия АН СССР. Отделение технических наук. 1951. № 8. С. 1137–1151.
7. *Белоцерковский С.М.* Жуковский, его наследие и современность // Проблемы машиностроения и надёжности машин. 1997. № 4. С. 8–25.
8. *Степанов Г.Ю., Чёрный Г.Г.* Теоретическая и прикладная гидроаэродинамика в трудах Н.Е. Жуковского (К 125-летию его избрания профессором по кафедре механики в Московском техническом училище) // Сборник научно-методических статей. Теоретическая механика. Вып. 25. М.: Изд-во Московского университета, 2004. С. 165–176.
9. *Костицын В.А.* “Моё утраченное счастье...”: Воспоминания, дневники. М.: Новое литературное обозрение, 2017.
10. Н.Е. Жуковский. М.: ФГУП “Центральный аэрогидродинамический институт им. проф. Н.Е. Жуковского”, 2007.

¹⁶Из речи Н.Е. Жуковского на торжественном заседании в Политехническом музее 16 января 1911 г., посвящённом 40-летию юбилею его научной деятельности.

11. *Крылов А.Н.* Воспоминания и очерки. М.: Изд-во АН СССР, 1956.
12. Николай Алексеевич Слѣзкин (1905–1991). Материалы к биографии / Сост. А.Н. Богданов, И.П. Семёнова. Под ред. академика РАН Г.Г. Чёрного. М.: Изд-во Московского университета, 2009.
13. *Артоболевский И.И.* Жизнь и наука: воспоминания. М.: Наука, 2005.
14. Штрихи к портрету академика С.А. Чаплыгина // Академик С.А. Чаплыгин. Ред.-сост. Г.С. Бюшгенс. М.: Наука, 2010.
15. *Бюшгенс Г.С., Бедржицкий Е.Л.* На рубеже двух столетий. М.: Изд-во ЦАГИ, 2008.
16. 50 лет Военно-воздушной инженерной ордена Ленина Краснознамённой академии имени профессора Н.Е. Жуковского: 1920–1970 (исторический очерк) / Отв. ред. Н.М. Федяев. М.: Изд-во ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1970.
17. Доклад С.А. Чаплыгина о работе ЦАГИ на заседании коллегии НТО ВСНХ 4 июня 1926 г. // Академик С.А. Чаплыгин. Ред.-сост. Г.С. Бюшгенс. М.: Наука, 2010.
18. *Ильюшин А.А.* Динамика // Вестник Московского университета. Серия 1. Математика, механика. 1994. № 3. С. 79–87.
19. Институт теоретической и прикладной механики. Годы, люди, события / Под ред. А.М. Харитонова. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000.
20. Атомный проект СССР: Документы и материалы / Под общ. ред. Л.Д. Рябева. М.: Наука; Физматлит, 1998.
21. *Лаврентьев М.А., Шабат Б.В.* Проблемы гидродинамики и их математические модели. Изд. 2-е. М.: Наука, 1977.
22. *Мухелишвили Н.И.* Некоторые основные задачи математической теории упругости. Изд. 4-е, испр. и доп. М.: Изд-во АН СССР, 1954.
23. *Седов Л.И.* Плоские задачи гидродинамики и аэродинамики. Изд. 3-е, перераб. М.: Наука, 1980.
24. *Ильюшин А.А.* Пластичность: основы общей математической теории. М.: Изд-во АН СССР, 1963.
25. *Работнов Ю.Н.* Механика деформируемого твёрдого тела. Изд. 2-е, испр. М.: Наука, 1988.
26. *Рахматулин Х.Р., Демьянов Ю.А.* Прочность при интенсивных кратковременных нагрузках. М.: Логос, 2009.
27. *Чёрный Г.Г.* Течения газа с большой сверхзвуковой скоростью. М.: Физматгиз, 1959.
28. Механика сплошной среды и родственные проблемы анализа. К восьмидесятилетию акад. Н.И. Мухелишвили / Под ред. Л.И. Седова. М.: Наука, 1972.
29. Проблемы гидродинамики и механики сплошной среды. К 60-летию академика Л.И. Седова. М.: Физматлит, 1969.
30. Избранные проблемы прикладной механики / Сборник работ, посвящённый 60-летию академика В.Н. Челомея. М.: ВИНТИ, 1974.
31. Газовая динамика: Избранное. В 2 т. / Ред.-сост. А.Н. Крайко и др. М.: Физматлит, 2000.
32. Механика: избранные труды. В 3 т. М.: Изд-во Московского университета, 2010.
33. Первый состав Российского национального комитета по теоретической и прикладной механике / Сост. А.Н. Богданов, Г.К. Михайлов. Под ред. д-ра физ.-мат. наук Г.К. Михайлова. М.: КДУ, Университетская книга, 2018.
34. *Голубев В.В.* Жуковский. М.: Институт компьютерных исследований, 2002.
35. *де Бройль Л.* Революция в физике (Новая физика и кванты). Изд. 2-е. М.: Атомиздат, 1965.
36. *Якимов Ю.Л.* Об осесимметричном срывном обтекании тела вращения при малых числах кавитации // Прикладная математика и механика. 1968. Вып. 3. С. 499–501.
37. *Константинов Г.А., Якимов Ю.Л.* Расчёт тяги движителя судна, использующего энергию морских волн // Известия РАН. МЖГ. 1995. № 3. С. 139–143.
38. *Голованов С.А., Досаев М.З., Климина Л.А.* Методические аспекты задачи о стабилизации неустойчивого движения ветромобиля // Теоретическая механика. Вып. 31. М.: Изд-во Московского университета, 2020. С. 46–50.
39. *Седов Л.И.* Методы подобия и размерности в механике. М.: Наука, 1981.
40. Институт механики 60 лет. М.: КДУ, Университетская книга, 2019.
41. *Зайко Ю.С., Решмин А.И., Тепловодский С.Х., Чичерина А.Д.* Исследование затопленных струй с увеличенной длиной начального ламинарного участка // Известия РАН. МЖГ. 2018. № 1. С. 97–106.
42. *Павельев А.А., Штарев А.А.* Влияние симметрии положения сливного отверстия на формирование нестационарных вихревых воронок // Известия РАН. МЖГ. 2005. № 5. С. 182–188.
43. *Якимов Ю.Л.* Причина гашения волн дождём // Известия СО АН СССР. 1959. № 5. С. 678.
44. *Бэтчелор Дж., Моффат Г., Сэффмен Ф. и др.* Современная гидродинамика. Успехи и проблемы. М.: Мир, 1984.
45. *Черток Б.Е.* Вспоминая Келдыша / М.В. Келдыш Творческий портрет по воспоминаниям современников. М.: Наука, 2002.
46. *Башилов А.С., Лопота В.А.* К 30-летию полёта многогоразового орбитального корабля “Буран” // Идеи и новации. 2018. Т. 6. № 3. С. 16–20.
47. *Джанджгава Г.И., Бабиченко А.В., Базлев Д.А. и др.* Проектирование бортовых систем интеллектуальной поддержки экипажа летательного аппарата // Прикладная физика и математика. 2019. № 1. С. 31–42.
48. *Ганиев Р.Ф.* Нелинейные резонансы и катастрофы. Надёжность, безопасность и бесшумность. М.: R&CDynamics, 2013.
49. *Григорян С.С.* Можно ли предсказывать землетрясение? 21.08.1989. Машинописная рукопись. Архив кабинета-музея академика Л.И. Седова НИИ механики МГУ.
50. *Богданов А.Н.* Должно быть и научное объяснение... (К 75-летию учёного-механика Самвела

- Григоряна) // Московский университет. 2005. № 12 (4117).
51. Григорян С.С. Гипотеза Каталикоса Вазгена I // Наука и жизнь. 1990. № 6. С. 51.
 52. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. Т. 1, 2. М.: Наука, 1987.
 53. Куликовский А.Г., Любимов Г.А. Магнитная гидродинамика. М.: Физматгиз, 1962.
 54. Ватажсин А.Б., Любимов Г.А., Регирер С.А. Магнитогидродинамические течения в каналах. М.: Наука, 1970.
 55. Победря Б.Е. Механика композиционных материалов. М.: Изд-во Московского университета, 1984.
 56. Овидько И.А., Семёнов Б.Н., Шейнерман А.Г. Механика деформируемых наноматериалов. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского государственного университета, 2013.
 57. Материалы с памятью формы и новые медицинские технологии / Под ред. В.Э. Гюнтера. Томск: НИИ мед. материалов и имплантатов с памятью формы СФТИ при ТГУ; НПП “МИЦ”, 2010.
 58. Григорян С.С., Любимов Г.А., Регирер С.А. Проблемы биомеханики // Актуальные проблемы механики. М.: Изд-во Московского университета, 1984. С. 76–83.
 59. Тихонова К.В. Математические задачи коррекции активности вестибулярных механорецепторов. Автореферат дисс. ... на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук. М., 2019.
 60. Кириллов В.А., Багатева И.Р., Тарлецкий И.С. и др. Анализ концепций очистки околоземного космического пространства // Сибирский журнал науки и технологий. 2017. № 2. С. 343–351.
 61. Век Лаврентьева. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000.
 62. Богданов А.Н. Создатель крупнейшей научной школы в области механики, “отец спутника” Леонид Иванович Седов (1907–1999) / Судьбы творцов российской науки и культуры. Серия “Московский университет: эпохи и люди”. Т. 6. М.: Полиграф сервис, 2017. С. 138–152.
 63. Академик С.А. Христианович / Ред.-сост. Г.С. Бюшгенс. Изд. 4-е, доп. и перераб. М.: Наука, 2008.
 64. Академик А.А. Дородницын / Автор-сост. Г.А. Амирьянц. М.: Наука, 2013.
 65. М.В. Келдыш. Творческий портрет по воспоминаниям современников // Отв. ред. член-корреспондент РАН А.В. Забродин. М.: Наука, 2001.
 66. Нигматулин Р.И. Слово о Рахматулине // Известия КГТУ им. И. Раззакова. 2017. № 41. С. 200–205.
 67. Георгий Иванович Петров. 100 лет со дня рождения. М.: ИКИ, 2012.
 68. Академик А.Ю. Ишлинский – выдающийся учёный-механик. М.: Наука, 2013.
 69. Академик В.В. Струминский / Ред.-сост. А.Ф. Киселёв и др. М.: Наука, 2018.
 70. Богданов А.Н. Создатель крупнейшей научной школы в области механики природных процессов Самвел Самвелович Григорян (1930–2015) / Судьбы творцов российской науки и культуры. Серия “Московский университет: эпохи и люди”. Т. 6. М.: Полиграф сервис, 2020. С. 230–244.