

*Посвящается светлой памяти  
Ивана Ивановича Артоболевского (1905-1977)  
Сергея Николаевича Кожевникова (1906-1988)  
Всеволода Арутюновича Лазаряна (1909-1978)*

**В.П.Штепа, В.И.Большаков**

### **ВКЛАД УЧЕНЫХ В РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ МАШИН**

В исторической последовательности описано становление науки о машинах. Показана роль выдающихся ученых в развитии техники в различных областях хозяйствования.

Основанная на Законах природы с учетом принципов теоретической механики, изложенных в знаменитом труде Ньютона<sup>2</sup>, наука о машинах, опираясь на теорию механизмов и машин (ТММ) – синтез графики, математики, физики, и свойств материалов является прочным научным фундаментом машиностроения. Научные основы обеспечивают успешное решение задач синтеза (разработка способов проектирования) и анализа работоспособности механизмов. Анализ механизмов позволяет определять траектории, скорости, ускорения и усилия в звеньях, а синтез – выбрать необходимые кинематические связи.

ТММ – наука о структуре, кинематике и динамике механизмов связанных в единое целое на основе анализа и синтеза. Она включает решение вопросов классификации и структуры механизмов, кинематики и кинетостатики с учетом движения механических систем под нагрузкой. Ее развитие связано с разработками в смежных областях науки.

Ученик Сократа (470-399 до н.э.) древнегреческий философ Платон (427-347 до н.э.) основал (387) в Афинах школу (Академия Платоновская). На входе ее была надпись: «Не знающий геометрии, пусть не входит сюда». Уже тогда было обращено пристальное внимание на международный язык, общий для понимания инженерно-технических работников разных национальностей. О необходимости существования и важности этой науки утверждал и древнегреческий математик Евклид (3 век до н.э.). В работе «Начала», содержащей 15 книг, отражена евклидова геометрия, предметом изучения которой было евклидово пространство (векторное измерение).

Графика настолько увлекла Архимеда (около 287-212 до н.э.), что он, под конец жизни, только и успел произнести убийце: «Не трогай моих чертежей». Архимед описал спираль уравнением, представленным в полярной системе координат, а Рене Декарт (Descartes) (1596-1650) - автор ортогональной системы координат, умело дополнил геометрию (точки, линии, поверхности) уравнениями алгебры, заложив основы аналитической геометрии (Труд «Опыты», 1637).

XVII век обозначил себя мощным совершенством ума – созданием логарифмов, дифференциального и интегрального исчисления, аналитической геометрии..., подготовив фундамент для исследователей. Следующее столетие ознаменовалось рождением основоположника начертательной геометрии французского математика Гаспара Монжа (Monge) (1746-1818). Он же явился организатором Политехнической школы, в программу которой был впервые включен курс для подготовки специалистов по машинам. Его сотрудник писал следующее: «Монж с превосходством гения в строках элементарной программы наметил для описания машин порядок, который оказался простым, ясным и величественным...». Из этой программы впоследствии выделились курсы «Машиностроение» и «Детали машин».

Научная деятельность русского математика Николая Ивановича Лобачевского (1792-1856) внесла существенный вклад в научную копилку ТММ. Ректор Казанского университета (1827-1846) создает неевклидову геометрию (1826) внесшую новое, отличное от предшествующего, представление о пространстве (постулаты о параллельных).

Далее наступило время его соотечественника Пафнутия Львовича Чебышева (1821-1894), академика Петербургской АН (1856). Школа под его руководством удачно использовала возможности математики [ортогональные полиномы и параллелограмм Чебышева (1868)] в применении к ТММ. Наука о механизмах получила наиболее полное развитие в трудах П.Л. Чебышева, выдающегося новатора в сфере высшей математики и теоретической механики, смело искавшего новые пути в приложении этих наук к производству. Его «Теория механизмов» известная под названием «Параллелограмм» составила эпоху в мировой науке.

Важный вклад в развитие теории и практики машин, внесли наши соотечественники Иван Иванович Артоболевский, Сергей Николаевич Кожевников и Всеволод Арутюнович Лазарян. И.И. Артоболевский очень рано, с помощью родителей, познакомился с книгой и к 10-летнему возрасту овладел русским языком, французским и арифметикой. Дальше 3-я Московская гимназия, где знакомили с элементами математики. Позже (1919) трудовая школа – основательно изучает алгебру, геометрию и тригонометрию. В итоге гимназии заканчивает с отличием, но возраст (не исполнилось еще 16 лет) не дает право поступать в высшее учебное заведение. По инициативе В.П. Горячкина ходатайство подписывает А.В.Луначарский и в 1921г. Артоболевский зачислен студентом в Тимирязевскую академию на факультет сельскохозяйственных машин. Непосредственным его учителем стал ученик Н.Е. Жуковского<sup>4</sup>, заведующий кафедрой прикладной механики

В.П. Горячкин. Его работа «Земледельческая механика» (1919) стала настольной книгой Артоболевского, программой самостоятельного теоретического обучения по машинам и механизмам. А практическим началом был труд на кафедре в качестве ассистента и в должности конструктора.

Научная школа Горячкина внесла весомый вклад в начальный багаж знаний любознательного юноши. В фундаментальной работе В.П. Горячкина по основам теории машин – орудий - «Земледельческая механика», основанной на закономерностях физики, теоретической механики и ТММ, красной нитью проходит тезис: «Механика машины должна рассматриваться совместно с технологией ее работы, энергетической установкой, трансмиссией и двигателем». Такая методика сыграла впоследствии положительную роль при разработке машин и технологического процесса горно-металлургического комплекса, промышленности строительных материалов... В трудах Василия Прохоровича освещены вопросы машинного производства, связанные с резанием грунтов при пахоте, сбором и обмоломом зерновых и зернобобовых, измельчением и сортировкой сельскохозяйственных культур..., что может быть применено и в других областях исследований. Автор впервые сформулировал принципы физического и математического моделирования и подтвердил их экспериментально. Этим заложены основы динамики машин с учетом вибрационных и ударных нагрузок в системе рабочий орган – обрабатываемая среда, а также взаимодействия масс. Результат - общая теория взаимодействия тягача с навесным или прицепным оборудованием (машинный агрегат) и обрабатываемой средой, оценка структуры, кинематики и динамики плоских и пространственных механизмов. Результаты его исследований и разработок изложены в труде «Общая теория процесса». Его афоризм «механизмы – цветы техники» дополнило время – среди цветов есть и бессмертники...

В июне 1924 г. Иван Иванович Артоболевский защищает дипломную работу «Математические и динамические исследования Ж.Мак-Корлика-Диринга и теория направляющего сферического механизма». Затем экстерном сдает (1927) программу физико-математического отделения Московского университета. Позднее (1929-1977) профессор и зав. кафедрами Московского химико-технологического института им. Д.И. Менделеева, Военно-воздушной академии им. Н.Е. Жуковского, Московского института химического машиностроения, МГУ им. М.В. Ломоносова, МАИ им. С. Орджоникидзе. И.И. Артоболевский по праву считается не только наследником результатов разработок российских ученых по ТММ, но и ученым, заглянувшим в будущее. Считал, что наиболее перспективные наработки в ТММ послужат развитию робототехники, и такой процесс переложил на язык ЭВМ [1]. В перспективу развития робототехники ввел: «...Первое – машины-манипуляторы, второе – планирующие системы, снабженные электронно-вычислительными устройствами, третье – роботы с чувствительными датчиками и четвертое – «думающие» роботы с «искусственным интеллектом»». Он был убежден в правильности такого начала: «...Ведь то, что однажды посеяно, рано или поздно взойдет, а ростки, как вам, наверное, известно, взрывают даже асфальт!».

Кратко, его жизненный путь отмечен следующими вехами: гимназия с отличием в 15 лет, высшее образование в 19 лет, в 22 года – доцент, в 24 – профессор прикладной математики, в 34 года – чл.-корр. АН СССР, в 41 – действительный член АН СССР. Он в свое время был самым молодым профессором и академиком. В течение многих лет академик АН СССР И.И.Артоболовский возглавлял Институт машиноведения Академии наук СССР. С 1965 г. он вице-президент Всемирной федерации научных работников, а с 1966 г. бессменный председатель правления Всесоюзного общества «Знание».

21 сентября 1977 г. секретарь этого общества доставила в санаторий «Подмосковье» Ивану Ивановичу бумаги на подпись. Он в больничной палате лежал на спине с книгой упавшей ему на грудь. Просмотреть и подписать бумаги он уже не мог... Начал жизнь с книгой и закончил с книгой. Навсегда в памяти остались его слова: «...Все, что мог, я, наверное, сделал и понимаю, что сделано, может быть, недостаточно. Но главное – у нас есть научная молодежь. И именно ей принадлежит будущее. Молодежь надо любить и всегда ей помогать».

Разделял это мнение 32-летний доктор технических наук, впоследствии (с 1953 г.) член-корреспондент АН УССР Сергей Николаевич Кожевников (1906-1988). Имея богатый опыт исследования машин, он в 1944-1948 гг. сгруппировал на кафедре «Теория машин и механизмов» ДМетИ, и в отделе механизации и автоматизации ИЧМ коллектив ученых единомышленников.

Здесь в разные годы для студентов и конструкторов издает книги: «Теория машин и механизмов» [2] и в соавторстве справочник «Элементы механизмов» (1956, 1976), где описано (анализ и расчет) более 3000 механизмов [2, 3]. В научной деятельности взял на себя труд, связанный с решением задач по исследованию кинематики, анализа и синтеза машин во взаимосвязи привода, трансмиссии и рабочего органа с учетом динамики и автоматизации процессов.

Изучив опыт прошлого, и создав крупную школу по динамике металлургических машин и агрегатов, которая не имела аналогов в мире, Сергей Николаевич исследовал динамические системы с податливыми и упругими связями с учетом зазоров, нагрузок и биения, используя приемы моделирования и аналоговые вычислительные машины [4, 5]. Ясно понимая важность автоматического управления машинами, С.Н. Кожевников организовал подготовку учебных пособий и специалистов по автоматизации технологических процессов. Подбирал для научных исследований талантливых молодых учеников, любящих «науку в себе, а не себя в науке». Понимая, что путь в эту сферу деятельности весьма труден, но должен быть осуществлен как можно раньше, он настоятельно привлекал молодых людей и учил их. Вспомним Шиллера: «Кто сызмала начнет, тот мастер будет». Помогал правильно выбирать перспективные направления исследований, заострял внимание на основных фундаментальных поло-

жениях и намечал пути развития техники для самостоятельной проработки.

Сергей Николаевич обладал удивительным чутьем в выборе перспективных направлений исследований – это динамика нелинейных электро-механических систем приводов машин [4], гидравлических приводов [5], применение современной вычислительной техники для решения задач динамики машин [6], автоматизация металлургического оборудования [7], комплексный подход к исследованию машин, включающий теоретические и экспериментальные исследования машин. Он считал, что оснащение исследователей современной вычислительной техникой открывает новые широкие возможности для комплексного решения задач динамики машин.

Важную роль в создании и совершенствовании новых методов исследования динамики машин играло взаимодействие двух научных школ чл.-корр. АН УССР С.Н. Кожевникова и акад. В.А. Лазаряна, которые разрабатывали новые методы исследования динамики металлургических машин [4] и динамики железнодорожного подвижного состава [8]. Проведение совместных семинаров, обсуждение разработок и диссертационных работ, новых методов решения задач динамики машин с помощью вычислительной техники способствовали ускорению прогресса в создании научных основ исследования динамики машин и подготовке квалифицированных ученых.

Сергей Николаевич, понимая перспективы развития промышленности, с 1995 г. в учебную программу ДМетИ включает специальность «Автоматизация металлургического оборудования». И кафедра «Машин и механизмов» вносит существенный вклад в выпуск инженеров-механиков по этому направлению. Кожевников обосновал необходимость такого решения и, указывая направление исследования, издает программную работу «Пути автоматизации металлургического оборудования» [7]. А через три года обстоятельно раскрывает суть, объем и содержание предмета обучения в работе «Аппаратура и механизмы металлургических машин» [5].

Исследования в перспективных направлениях развития науки о машинах, автоматизации систем машин и процессов продолжали и продолжают ученики С.Н. Кожевникова – А.В. Праздников, А.Н. Голубенцев, В.М. Гене, О.Н. Кукушкин, В.И. Большаков, А.М. Иоффе, В.А. Носков, А.Н. Ленский, В.Ф. Пешат, Е.Я. Антонюк, А.С. Ткаченко, Е.Г. Скуратов, Л.И. Цехнович, Я.М. Раскин, П.Я. Скичко, В.С. Егоров, В.М. Лобода, И.И. Лепа, П.Д. Перфильев, В.А. Кашкарев, Ю.И. Черевик, В.В. Веренев, Б.М. Климовский. В настоящее время исследования в области динамики машин, автоматизации и контроля технологических процессов, методов расчета гидроприводов, совершенствования математического моделирования ведутся в ИЧМ под руководством воспитанника Сергея Николаевича чл.-корр. НАН Украины В.И. Большакова, в НМетАУ, институтах Механики

(Киев) и Технической механики (Днепропетровск) и других научных и учебных институтах.

В заключение приведем цитату из работы Ивана Ивановича Артоболовского: «Теперь уже открыт путь от автомата к управляющей машине и роботу. И все это, казалось бы, запутанное и еще полностью неизведанное царство машин помогает познавать, изучать, вскрывать теорию механизмов машин. Чтобы не отставать от хода развития науки молодой исследователь должен научиться давать быструю и глубокую оценку новым факторам, гипотезам, теориям; использовать то существенно новое, что они несут; т.е. постоянная психологическая адаптация к новому должна стать существенной частью творческого момента. И это качество должны воспитать в молодом ученом его учителя».

1. *Артоболовский И.И.* Теория механизмов и машин. // М.: Наука. - 1976. - 639с.
2. *Кожевников С.Н.* Теория механизмов и машин. // М.: Машиностроение, 1969. – 582с.
3. *Механизмы / Кожевников С.Н. и др.* // Справочник. Изд. 4-е, перераб. и доп. под ред. С.Н.Кожевникова. - М.: Машиностроение, 1976. - 784с.
4. *Кожевников С.Н.* Динамика машин с упругими звеньями. // К.: Наукова думка, 1961. - 160с.
5. *Кожевников С.Н.* Аппаратура и механизмы гидро-, пневмо- и электроавтоматики металлургических машин. // К.: МАШгиз, 1961. – 550с.
6. *Кожевников С.Н.* Динамика нестационарных процессов в машинах. // К.: Наукова думка, 1986. - 286с.
7. *Кожевников С.Н.* Пути автоматизации металлургического оборудования. // К.: Изд. АН УССР, 1958. - 14с.
8. *Лазарян В.А.* Динамика транспортных средств. К.: Наукова думка. - 1985. – 528с.