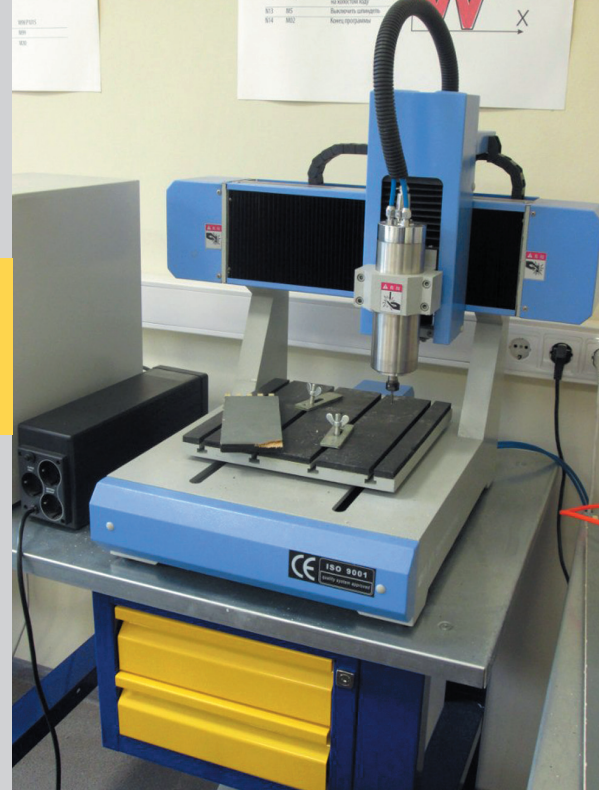




**ИГОРЬ МЕРКУРЬЕВ,**

д. т. н., профессор, заведующий кафедрой  
Робототехники, мехатроники, динамики и прочности машин  
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
MerkuryevIV@mpei.ru

В статье изложена краткая история кафедры «Робототехника, мехатроника, динамика и прочность машин» Московского энергетического института (МЭИ), которой в этом году исполнится 90 лет. Дальнейшее развитие кафедры связано с проведением научных исследований и применением новых образовательных технологий подготовки студентов по направлению «Мехатроника и робототехника».



## К 90-ЛЕТИЮ КАФЕДРЫ РОБОТОТЕХНИКИ, МЕХАТРОНИКИ, ДИНАМИКИ И ПРОЧНОСТИ МАШИН

3 сентября 1930 г. приказом Высшего совета народного хозяйства СССР (№ 1897) был образован МЭИ, ставший важнейшим центром подготовки инженеров-электриков для народного хозяйства страны. Первый курс МЭИ был укомплектован студентами нового набора, а четыре

старших курса — студентами, переведенными из Московского высшего технического училища и Московского института народного хозяйства [1, 2].

Кафедра теоретической механики была создана одновременно с МЭИ в 1930 г., ее первым заведующим

в 1930–1933 гг. был лауреат Государственной премии профессор Николай Николаевич Бухгольц (рис. 1).

Учебник «Основной курс теоретической механики» Бухгольца, характеризовавшийся широтой охвата материала, продуманностью положенных в его основу методологических принципов и совершенством методики изложения, выдержал множество изданий и на долгие годы стал одним из наиболее популярных учебников по теоретической механике, использовавшимся во многих вузах страны.

В 1940 г. заведующим кафедрой стал доктор физико-математических наук, известный ученый в области теории упругости 28-летний Михаил Григорьевич Слободянский (рис. 2).

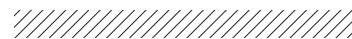
Под его руководством на кафедре велась научно-исследовательская работа по трем основным направлениям: теория упругости, механика абсолютно твердого тела и гидромеханика. В области теории упругости сотрудники кафедры разработали различные приближенные методы решения задач теории упругости, теории пластин и оболочек,



**РИС. 1.** ◀  
Николай Николаевич  
Бухгольц



**РИС. 2.** ▶  
Михаил Григорьевич  
Слободянский



а в некоторых из этих работ получили оценки погрешности приближенных решений. Так, были построены приближенные решения для прогибов, изгибающих моментов и перерезывающих сил, найдены оценки погрешности в задачах об изгибе пластин (изотропных и анизотропных) и оболочек постоянной и переменной толщины.

Исследования в области механики абсолютно твердого тела велись в направлении изучения кинематики и динамики привода с плавающей косою шайбой в гидравлических аксиально-поршневых машинах. На кафедре была создана специальная экспериментальная установка, с помощью которой была изучена первая отечественная конструкция бескривошипного аксиально-поршневого компрессора КБЛ-5. Полученные результаты были взяты за основу при создании промышленных образцов многоступенчатых компрессоров. В области исследований гидромеханики и газовой динамики были разработаны методы расчета рабочего процесса для двух основных классов пневматических насосов, даны рекомендации по конструированию и выбору оптимальных геометрических размеров этих гидромашин.

В 1975 г. заведующим кафедрой стал доктор физико-математических наук Игорь Васильевич Новожилов (рис. 3). Вместе с ним на кафедру пришли его ученики, воспитанники механико-математического факультета МГУ — Юрий Григорьевич Мартыненко и Александр Исаакович Кобрин. Развитие кафедры получило мощное ускорение — очевидны достижения кафедры в научной области и в использовании вычислительной техники.

В 1976 г. И. В. Новожилов за работы в области механики гироскопических и навигационных систем был удостоен Государственной премии СССР. На кафедре начало формироваться новое научное направление, посвященное разработке методов приближенного анализа систем с различными временными масштабами движения, описываемых сингулярно возмущенными дифференциальными уравнениями. Результаты этого направления составили существенную ветвь фракционного анализа и позволили решить целый ряд сложных научно-технических про-

блем в разных областях, включая робототехнику, медицину, движение железнодорожного транспорта.

И. В. Новожилов внес существенный вклад в математическую теорию гироскопов; разработал принципы разделения движений механических систем на основе методов теории сингулярно возмущенных уравнений; представил теорию регуляризации уравнений систем с законом трения Кулона; предложил новый подход к управлению движением шагающих роботов, основанный на принципах иерархического управления; создал и обосновал новую модель динамики колеса автомобиля [3].

В 1986 г. в издательстве «Высшая школа» вышло учебное пособие И. В. Новожилова и М. Ф. Зацепина для вузов [4]. Это пособие по расчетам по теоретической механике на базе ЭВМ фактически послужило отправной точкой для создания новых методов обучения теоретической механике больших потоков студентов с широким использованием достижений вычислительной техники, впервые разработанных и внедренных на кафедре теоретической механики МЭИ. Затем на кафедре был опубликован целый ряд пособий по теоретической механике и аналитической электромеханике, предполагающих выполнение курсовых и индивидуальных работ студентов на базе ЭВМ с использованием систем аналитических вычислений. Были разработаны автоматизированные обучающие курсы для персональных компьютеров, используемые ныне в учебном процессе МЭИ и в ряде других вузов России и за рубежом.

В 1986–2004 гг. кафедрой теоретической механики руководил заслуженный деятель науки РФ, д. ф.-м. н., профессор Юрий Григорьевич Мартыненко, ученый мирового уровня, внесший существенный вклад в создание теории электростатического, электромагнитного и криогенных гироскопов [5] (рис. 4).

Среди научных достижений Ю. Г. Мартыненко отметим построение теории движения проводящего твердого тела в электромагнитном поле, определение условий корректного использования прецессионных уравнений гироскопических систем, вклад в разработку метода регуляризации в теории сингулярно возмущенных систем, построение одного из наиболее полных решений задачи



Рис. 3. ◀  
Игорь Васильевич  
Новожилов

о влиянии вихревых токов на ориентацию проводящего спутника в магнитном поле Земли, исследование движения упругой сферической оболочки в неконтактном подвесе с учетом внутреннего трения в материале, разработку методов управления неустойчивыми механическими системами с учетом ограниченности ресурсов управления, создание математической модели одноколесного мобильного робота с гироскопической системой стабилизации, формирование алгоритмов управления движением мобильных колесных роботов и исследование проблемы создания искусственного тактильного механорецептора.

Под научным руководством Ю. Г. Мартыненко были выполнены десятки НИР и ОКР, в том числе по созданию новых типов гироскопов, систем ориентации и навигации, роботов и экзоскелетов [5–8]. Научная школа академика Д. Е. Охожимского и профессора Ю. Г. Мартыненко —



Рис. 4. ◀  
Юрий Григорьевич  
Мартыненко

РИС. 5. ▶

Александр Исаакович  
Кобрин

РИС. 6. ▼

Отдел теоретической механики кафедры робототехники, мехатроники, динамики и прочности машин в 2019 г. Слева направо: первый ряд — Драгунов С. С., Зацепин М. Ф., Панкратьева Г. В., Подалков В. В., Свириденко О. В., Устинов В. Ф., Кобрин А. И.; второй ряд — Гавриленко А. Б., Астахов С. В., Адамов Б. И., Меркурьев И. В., Кирсанов М. Н., Комерзан Е. В.

«Роботы с элементами искусственного интеллекта» — была поддержана грантом Президента Российской Федерации. Среди учеников профессора Ю. Г. Мартыненко девятнадцать кандидатов и четыре доктора наук.

С 1992 г. кафедра теоретической механики под руководством профессора Ю. Г. Мартыненко стала специализирующей, решением ученого

совета МЭИ была открыта новая специальность «Роботы и робототехнические системы».

Благодаря усилиям кафедры, профессоров Ю. Г. Мартыненко, А. И. Кобрин, доцента И. В. Орлова на кафедре была внедрена новая образовательная методика подготовки специалистов по робототехнике, связанная с участием в международных робототехнических соревнованиях мобильных роботов.

Программа организации работ по проведению Всероссийского молодежного фестиваля мобильных роботов, подготовленная с участием МЭИ, МГУ и ИПМ им. М. В. Келдыша, получила поддержку в рамках гранта федеральной целевой программы «Интеграция». Оргкомитет фестиваля возглавили ректор МГУ академик В. А. Садовничий и академик Д. Е. Охочимский. Профессор Ю. Г. Мартыненко стал заместителем председателя оргкомитета, профессор А. И. Кобрин — членом оргкомитета.

В 2006–2011 гг. заведующим кафедрой был д. ф.-м. н., профессор

А. И. Кобрин (рис. 5), видный ученый, внесший существенный вклад в развитие теории и математических моделей в динамике твердых тел при электро- и гидродинамических воздействиях. Он впервые получил принципиальные результаты в проблеме исследования сложных систем, описываемых совместными системами обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных [8, 9].

Работы А. И. Кобрин и его учеников в области робототехники дали новый импульс в развитии науки и учебно-методического обеспечения на кафедре и в МЭИ в целом. В 2010 г. кафедра теоретической механики получила новое название — «Теоретическая механика и мехатроника». Наряду с конструкторскими и технологическими навыками овладение студентами точными науками — теоретической механикой, математикой и автоматическим управлением — позволяет создать более совершенные робототехнические системы. Число наград и почетных грамот, полученных



студентами, аспирантами и преподавателями кафедры в ходе международных соревнований, фестивалей и выставок по робототехнике, насчитывает несколько десятков.

Под научным руководством А. И. Кобрин был выполнен ряд НИР в области робототехники и мехатроники, среди результатов которых защита кандидатских диссертаций О. Ю. Синявским по теме «Обучение спайковых нейронных сетей на основе минимизации их энтропийных характеристик в задачах анализа, запоминания и адаптивной обработки пространственно-временной информации» и Б. И. Адамовым по теме «Применение аппарата неголономных связей в задачах идентификации параметров и управления движением».

Активная научная деятельность сотрудников кафедры совместно со студентами дает им возможность продолжать учебу в аспирантуре кафедры, выполняя научную работу по грантам Российского фонда фундаментальных исследований, Минобрнауки РФ и заказам приборостроительных компаний.

С 2009 г. по настоящее время заведующим кафедрой является автор статьи. В 2016 г. к кафедре теоретической механики и мехатроники была присоединена кафедра динамики и прочности машин им. В. В. Болотина. Объединенная кафедра получила название «Кафедра робототехники, мехатроники, динамики и прочности машин». Сегодня кафедра продолжает проводить широкий круг исследований по актуальным проблемам разработки мехатронных, робототехнических систем, обеспечения надежной и безопасной работы энергетических объектов. Основными научными направлениями кафедры по-прежнему являются механика твердого и деформируемого тела, разработка асимптотических методов разделения движений, создание теории проектирования волновых твердотельных и микромеханических гироскопов, динамика и управление автономными мобильными роботами, разработка систем очувствления робототехнических и биомехатронных систем [6–11].

Развитие цифровой экономики способствует появлению новых форм и методов подготовки в образова-



тельной сфере. На базе кафедры при поддержке департамента образования г. Москвы и ректората МЭИ создан Центр технологической поддержки образования (ЦТПО), являющийся инновационным инструментом ознакомления учащихся с современными технологиями и освоения ими высокотехнологичных методов цифрового производства.

В составе учебно-лабораторного оборудования ЦТПО имеется все необходимое для разработки, прототипирования, исследования и отладки различных мехатронных, робототехнических и программных комплексов. Наличие производственной лаборатории в ЦТПО позволяет пройти все этапы научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, внедрить и отладить разработки на базе современного испытательного полигона.

Таким образом, на кафедре продолжают реализовываться образовательные, профориентационные и научные программы по приоритетным направлениям развития науки, техники и технологий.

В год 90-летия образования МЭИ и кафедры есть все основания надеяться, что у МЭИ и кафедры есть будущее: их прошлое стало крепким фундаментом, а настоящее — в надежных руках (рис. 6, 7). ●

## ЛИТЕРАТУРА

1. МЭИ: история, люди, годы: сборник воспоминаний. В 3-х тт. / Под общ. ред. С. В. Серебрянникова. М.: Издательский дом МЭИ, 2010.
2. Серков С. А., Хроматов В. Е. К 70-летию образования энергомашиностроительного факультета (Института энергомашиностроения и механики) в МЭИ // Вестник Московского энергетического института. 2013. № 5.
3. Новониллов И. В. Фракционный анализ. М.: Изд-во МГУ, 1995.
4. Новониллов И. В., Зацепин М. Ф. Типовые расчеты по теоретической механике на базе ЭВМ. М.: Высшая школа, 1986.
5. Мартыненко Ю. Г. Движение твердого тела в электрических и магнитных полях. М.: Наука, 1988.
6. Садовничий В. А., Горячева И. Г., Акаев А. А., Мартыненко Ю. Г., Окунев Ю. М., Влахова А. В., Богданович И. Ю. Применение методов механики контактных взаимодействий при диагностике патологических состояний мягких биологических тканей. М.: Изд-во МГУ, 2009.
7. Мартыненко Ю. Г., Меркурьев И. В., Подалков В. В. Управление нелинейными колебаниями вибрационного кольцевого микрогироскопа // Изв. РАН. Механика твердого тела. 2008. № 3.
8. Мартыненко Ю. Г., Ленский А. В., Кобрин А. И. Демпозиция задачи управления мобильным одноколесным роботом с невзмущаемой гиросtabilизированной платформой // ДАН. Т. 386. 2002. № 6.
9. Досаев М. З., Кобрин А. И., Лоцшин Б. Я. и др. Конструктивная теория малой ветроэнергетической установки. М.: Издательство МГУ им. М. В. Ломоносова, 2007.
10. Меркурьев И. В., Подалков В. В. Тензоры в механике твердого и деформируемого тела. М.: Издательский дом МЭИ, 2008.
11. Меркурьев И. В., Подалков В. В. Динамика микромеханического и волнового твердотельного гироскопов. М.: Физматлит, 2009.

РИС. 7. ▲  
Центр технологической  
поддержки образования