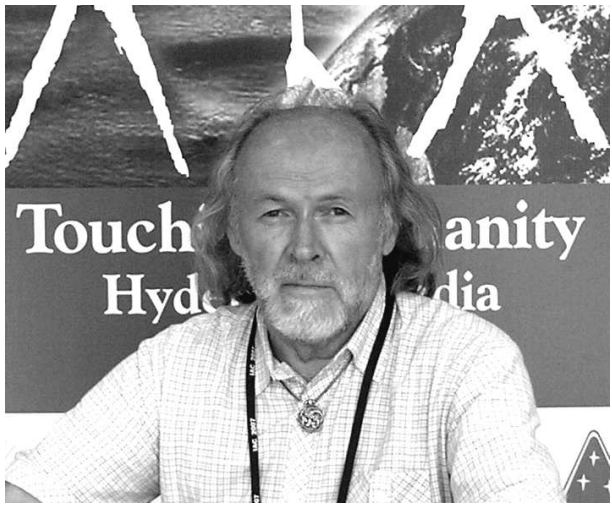


Михаил Михайлович Хрусталев
(1938–2023)

11 августа 2023 г. на 86-м году ушел из жизни доктор физико-математических наук, профессор Михаил Михайлович Хрусталев — выдающийся ученый, мудрый учитель, надежный друг.

М.М. Хрусталев родился 2 мая 1938 г. в Вологде, окончил Казанский авиационный институт в 1963 г. по специальности динамика летательных аппаратов и свою трудовую деятельность начал в отделе баллистики КБ В.Н. Челомея, ныне «НПО машиностроения» в г. Реутов. Защитил кандидатскую диссертацию в МГУ в 1970 г. Защита докторской диссертации состоялась в специализированном совете при МАИ в 1984 г. Спустя три года М.М. Хрусталеву было присвоено звание профессора.

Преподаватель высочайшего уровня, ученый в области оптимального управления М.М. Хрусталев всю свою жизнь обучал студентов Московского авиационного института математическому анализу, дифференциальным уравнениям, теории функций комплексного переменного, читал авторский курс лекций по современной теории оптимального управления. Он умел объяснять самые сложные математические конструкции просто и понятно, что ценилось и студентами, и коллегами, поскольку мыслил категориями известного только ему мира и был способен рассказать о нем всем своим друзьям. Он сам всю жизнь учился чему-то новому и совершенно бескорыстно делился своими знаниями. Много молодых ученых под руководством М.М. Хрусталева стали кандидатами физико-математических наук. Это была хорошая школа отношения к жизни.

Помимо преподавательской деятельности, Михаил Михайлович уделял время научно-организационной и научно-административной работе, будучи в разные годы заместителем директора по науке Московского филиала Института проблем транспорта РАН, а затем Центра исследований устойчивости и нелинейной динамики при Институте машиноведения РАН. В это же время он трудился в Институте прикладной механики и электродинамики при МАИ над созданием математических моделей истечения рабочего тела в плазменных двигателях. Многочисленные коллеги и друзья признавали М.М. Хрусталева как «одного из немногих, кто одинаково хорошо разбирается и в математике, и в том, как движется летательный аппарат».

Научные достижения Михаила Михайловича весьма обширны. Он предложил и строго обосновал достаточные и необходимые условия глобальной оптимальности систем, описываемых обыкновенными дифференциальными уравнениями, применимые в том числе к задачам оптимального управления с ограничениями на состояние. В его работах сформулированы условия глобальной оптимальности стохастических систем диффузионного типа, функционирующих в условиях неполноты информации о состоянии, и условия равновесия по Нэшу в стохастических дифференциальных играх многих лиц.

Одним из наиболее ярких своих результатов Михаил Михайлович считал необходимые и достаточные условия в задаче терминальной инвариантности. Еще во время своей работы в отделе баллистики он заметил, что эта задача имеет гораздо более высокую прикладную значимость в сравнении с классической задачей инвариантности, так как гораздо чаще допускает решение, причем, как правило, существенно не единственное. М.М. Хрусталев предложил использовать имеющуюся свободу выбора терминально инвариантного управления для параллельного решения дополнительных задач, регулярно встречающихся на практике. В частности, им была введена концепция абсолютной инвариантности — независимости терминального критерия как от текущих возмущений, так и от начального состояния системы. Для этой задачи он сформулировал достаточные условия.

М.М. Хрусталев всегда поддерживал тесные связи с Институтом проблем управления, особенно с лабораторией «Математических методов исследования оптимальных управляемых систем» во главе с В.Ф. Кротовым, по приглашению которого он и пришел в Институт в 2014 г. После ухода В.Ф. Кротова Михаил Михайлович возглавил лабораторию и руководил ею с 2015 по 2019 гг. Под началом М.М. Хрусталева сотрудниками лаборатории получены необходимые условия оптимальности и эффективные численные алгоритмы решения задач оптимизации процессов управления стохастическими системами диффузионного и диффузионно-скачкообразного типов, имеющими нелинейную структуру и функционирующими как на конечном, так и на неограниченном интервалах времени.

В период своей работы в ИПУ РАН М.М. Хрусталев вернулся к задаче терминальной инвариантности и блестяще в ней продвинулся. Здесь он по-

ставил новую задачу терминальной инвариантности стохастических систем диффузионного, а затем и диффузионно-скачкообразного типов, в которых также были получены достаточные условия инвариантности.

Последние научные результаты М.М. Хрусталева связаны с развитием исследований В.Ф. Кротова по теории пространственно-временного континуума, обобщающих и развивающих широко известную Общую теорию относительности Пуанкаре–Эйнштейна. Михаил Михайлович исследовал упругие свойства пространственного континуума и предложил пространственно-временной аналог теории красного смещения Хаббла и гипотезы о распределении темного вещества во Вселенной. В теории, развитой М.М. Хрусталевым, эффекты, приписываемые темной материи и темной энергии, возникают сами собой вследствие деформации времени.

Михаил Михайлович активно практиковал йогу, прекрасно знал восточную философию и религию. Как предначертано в хорошо изученном им буддизме, он остался с нами, перейдя в следующую форму существования просветленного человека. Он всегда был интересным, бесконфликтным, умеющим отстаивать свою точку зрения, упорным, трудолюбивым, ценящим простоту и красоту, понимающим и принимающим всю сложность нашего невообразимого мира. Приятная, теплая, умиротворенная доброта всегда исходила от этого чудесного человека. Он был чист как горный хрусталь. Самые светлые чувства о нем останутся в нашей памяти.

Агапова А.С. (канд. физ.-мат. наук, ИПУ РАН),
Арутюнов А.В. (д-р. физ.-мат. наук, ИПУ РАН),
Васильев С.Н. (академик РАН, ИПУ РАН),
Галяев А.А. (член-корреспондент РАН, ИПУ РАН),
Новиков Д.А. (академик РАН, директор ИПУ РАН),
Онегин Е.Е. (канд. физ.-мат. наук),
Румянцев Д.С. (канд. физ.-мат. наук, ИПУ РАН),
Филимонов Н.Б. (д-р. техн. наук, ИПУ РАН),
Царьков К.А. (канд. физ.-мат. наук, ИПУ РАН).