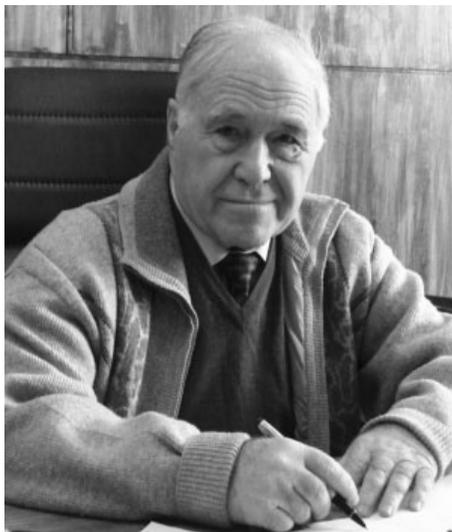


## Заметки, хроника, информация



### 90 ЛЕТ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ВАДИМА ФЕДОРОВИЧА КРОВОТА (14.02.1932–04.03.2015)

**DOI:** 10.31857/S0005231022050117, **EDN:** AVZPJH

Вадим Федорович Кротов — выдающийся советский и российский ученый, специалист в области теории оптимального управления и ее приложений, Заслуженный деятель науки Российской Федерации.

Вадим Федорович Кротов родился 14 февраля 1932 г. в Хабаровске.

Окончил МВТУ им. Н.Э. Баумана в 1956 г., с 1956 по 1958 гг. работал инженером-конструктором Центрального НИИ тяжелого машиностроения, в 1958–1961 гг. учился в аспирантуре МВТУ. Там он начал заниматься теорией оптимального управления. Его учителем и вдохновителем был Добронравов Владимир Васильевич (1901–1981) — доктор физико-математических наук, профессор, выдающийся ученый и педагог. Первая научная работа В.Ф. Кротова была опубликована в 1960 г. Она была посвящена разрывным решениям вариационных задач. В это же время В.Ф. Кротов получил совершенно новые общие достаточные условия оптимальности в задачах оптимального управления.

В 1961–1969 гг. В.Ф. Кротов преподавал в Московском авиационном институте, на кафедре динамики полета и управления, которой руководил И.В. Остославский.

В 1962 г. В.Ф. Кротов защитил кандидатскую диссертацию “Новый метод вариационного исчисления и некоторые его приложения” по физико-математическим наукам в Математическом институте им. В.А. Стеклова АН СССР, в 1963 г. — докторскую диссертацию “Некоторые новые методы вариационного исчисления и их приложения к динамике полета” по техническим наукам в МАИ.

В 1967 г. В.Ф. Кротов стал профессором.

С 1968 по 1972 гг. В.Ф. Кротов возглавлял кафедру высшей математики Московского авиационного технологического института (МАТИ).

В 1969 г. В.Ф. Кротов совместно с В.И. Гурманом и В.З. Букреевым опубликовал монографию “Новые методы вариационного исчисления в динамике полета”, содержащую основы нового метода теории оптимального управления, основанного на достаточных условиях оптимальности В.Ф. Кротова, и приложения этого метода к задачам оптимизации движения летательных аппаратов.

На базе кафедры высшей математики МАТИ в то время под руководством В.Ф. Кротова работал Межинститутский научный семинар по оптимальному управлению, на котором выступали с докладами известные специалисты в этой и смежных областях математики, а также начинающие математики, которые приобрели известность в последующие годы. Тогда В.Ф. Кротовым, его последователями и учениками были заложены основы теории вырожденных задач для неограниченных дифференциальных включений и оптимального управления для гибридных (дискретно-непрерывных) систем, новых вычислительных методов, получены необходимые и достаточные условия терминальной инвариантности управляемых систем. На основе этих теоретических результатов был выполнен ряд крупных прикладных исследований, таких как оптимизация ориентационных маневров космических аппаратов, оптимизация стратегии взлета вертолета с уникальным результатом — сокращением взлетной дистанции на 40–50% и др. Вокруг этой тематики сформировался международный коллектив ученых, среди которых более 20 кандидатов наук, выполнивших диссертации под руководством В.Ф. Кротова (7 из них — доктора наук).

С 1972 по 1996 гг. В.Ф. Кротов — профессор, заведующий (1974–1982) кафедрой экономической кибернетики в Московском экономико-статистическом институте (МЭСИ). Работая совместно с экономистами (в том числе из ЦЭМИ и ВНИИСИ), он применил теорию оптимального управления к нелинейным моделям развития многоотраслевой экономики, построенным на основе межотраслевого баланса В.В. Леонтьева. В результате были получены достаточные условия оптимальности макроэкономических процессов, описываемых системой нелинейных моделей типа затраты-выпуск, опубликованные в “Автоматике и телемеханике” в 1982–1983 гг.

С 1982 г. до конца жизни В.Ф. Кротов руководил созданной им лабораторией математических методов исследования оптимальных управляемых си-

стем Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, которая в настоящее время носит его имя.

В 2003 г. В.Ф. Кротову было присвоено звание Заслуженный деятель науки РФ.

Вадим Федорович был выдающимся российским ученым, опередившим свое время. Еще в первой серии работ, принесших Вадиму Федоровичу широкую известность, была разработана теория исследования разрывных решений задач вариационного исчисления, и в ее рамках был открыт новый класс решений — оптимальные скользящие режимы.

В дальнейших своих работах Вадим Федорович задался целью решить в теории оптимального управления в полном объеме проблему, поставленную великим Лагранжем, — свести задачу на условный экстремум к задаче на безусловный экстремум. И это ему удалось. Им был сформулирован общий принцип расширения — абстрактный вариант принципа Лагранжа. На его основе были получены чрезвычайно общие достаточные условия глобальной оптимальности управляемых динамических систем, внесшие фундаментальный вклад в теорию оптимального управления. Направление исследований на основе этих условий органично включает в себя практически все аспекты теории оптимального управления: аналитические способы исследования оптимальных процессов, включая доказательство их глобальной оптимальности; численные методы поиска оптимальных процессов, включая нелокальные методы; построение минимизирующих (максимизирующих) последовательностей, когда оптимальный процесс не существует; исследование аномальных и вырожденных процессов; построение простых субоптимальных решений с оценкой их степени оптимальности; синтез оптимальных стратегий управления с обратной связью и простых субоптимальных с оценкой их степени оптимальности. В настоящее время имеется обобщение достаточных условий оптимальности В.Ф. Кротова, для которого доказана не только достаточность, но и необходимость.

Предлагаемые подходы отличаются от других известных в публикациях тем, что решают проблему отыскания абсолютного оптимума, содержат продвинутые технологии отыскания аналитических решений, обладают алгоритмической простотой, во многих случаях отсутствием необходимости решения краевых задач.

С помощью методов В.Ф. Кротова (им самим и другими) получены решения большого количества существенно нелинейных важных прикладных задач (аэрокосмических, робототехнических, физико-технических, эколого-экономических), подтвердив высокую эффективность этих методов.

Полученные Вадимом Федоровичем, его последователями и учениками научные результаты и методы вошли в монографии и учебники математических и технических дисциплин, читаются в университетских курсах, используются в НИИ и КБ при исследовании прикладных задач и проектировании конкретных изделий. Разработанные методы исследования оптимальных процессов широко используются для оптимизации траекторий движущихся объектов,

анализа и синтеза их систем управления, моделирования и анализа развития многоотраслевой экономики и т.д.

Методы В.Ф. Кротова активно используются физиками, и соответствующие его работы широко цитируются в ведущих профильных зарубежных журналах.

Метод глобального улучшения, предложенный В.Ф. Кротовым, нашел широкое применение в задачах квантовой механики.

В настоящее время существует обширная и бурно развивающаяся область новых физических технологий, базирующихся на управлении квантовым состоянием вещества за счет воздействия на него электромагнитного поля. Среди них — синтез новых материалов при помощи физических средств (вместо химических), разделение изотопов, фотохимия и др. Математические алгоритмы синтеза стратегий управления этими процессами являются важнейшей частью этих нанотехнологий.

По общему мнению физиков, адекватным аппаратом для осуществления подобного синтеза являются методы теории оптимального управления. Соответствующие задачи описываются системами нелинейных дифференциальных уравнений, имеющими порядки в несколько тысяч. Были проведены исследования решений таких задач при помощи разработанных В.Ф. Кротовым методов последовательного глобального улучшения. Публикация этих методов породила в 90-е гг. волну исследований специалистов-физиков.

Например, член Международного консультативного Российского квантового центра, один из авторов и руководителей Европейской программы развития квантовых технологий Quantum Flagship, профессор Tommaso Calarco использовал метод глобального улучшения В.Ф. Кротова в ряде своих исследований.

Созданный В.Ф. Кротовым, его последователями и учениками математический аппарат оказался эффективным инструментом исследования не только в теории оптимального управления детерминированными системами, описываемыми обыкновенными дифференциальными уравнениями. Он был применен к задачам с распределенными параметрами, системам с дискретным временем, сложным многоуровневым системам, стохастическим системам, игровым задачам и задачам с неопределенностью, в теории терминальной инвариантности детерминированных и стохастических систем.

Научные интересы В.Ф. Кротова не ограничивались теорией оптимального управления. Им была предложена теория, развивающая общую теорию относительности Пуанкаре–Эйнштейна. Предложенная им теория мирового поля в рамках единой математической модели объединяет в себе релятивистскую механику, теорию гравитации, теорию электромагнитного поля Максвелла и квантово-механические явления.

Еще одно исследование В.Ф. Кротова посвящено абстрагированию понятия силы, в котором становится возможной формализация понятий: сила голода, сила воли, сила любви и т.д.

Эти последние два направления исследований В.Ф. Кротова далеки от завершенности и ждут своих продолжателей.

Удивительной особенностью Вадима Федоровича как ученого было умение видеть простое в сложном. В результате, к какой бы области науки он ни прикасался, он видел глубинную сущность проблемы и получал фундаментальные результаты.

От нас, к сожалению, слишком рано ушел человек большой души и необыкновенных творческих возможностей в науке.

Светлая память о Вадиме Федоровиче Кротове навсегда сохранится в сердцах сотрудников Института проблем управления, его учеников и последователей.

*М.М. Хрусталеv, д-р физ.-мат. наук*