Ноябрь 2026 г. *Том 196, № 11*

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

PERSONALIA

Кев Минуллинович Салихов

(к 90-летию со дня рождения)

PACS number: **01.60.+q** DOI: https://doi.org/10.3367/UFNr.2026.10.040224

3 ноября 2026 г. исполняется 90 лет выдающемуся физику-теоретику, научному руководителю Казанского физико-технического института им. Е.К. Завойского Федерального исследовательского центра (ФИЦ) "Казанский научный центр Российской академии наук (РАН)" академику РАН Кеву Минуллиновичу Салихову.

К.М. Салихов — один из создателей спиновой химии, основ теории спектроскопии импульсного электронного парамагнитного резонанса (импульсной ЭПР-спектроскопии) и автор новой парадигмы спинового обмена в разбавленных растворах парамагнитных частиц.

К.М. Салихов родился в непростое для страны время 1930-х годов и вырос в маленькой, затерянной на просторах нашей великой страны деревне в 29 домов. В физику, по его собственному признанию, попал довольно случайно: "В тот момент, когда я писал заявление для поступления на физико-математический факультет Казанского университета по специальности математика, ко мне подходит ранее окончившая нашу школу студентка-математик и простой фразой всё переворачивает: "Салихов, все мальчики поступают на физику". Так я и оказался в физике... А любовь к математике никуда не ушла, а помогла стать теоретиком".

Становление К.М. Салихова как учёного-физика проходило в аспирантуре Института высокомолекулярных соединений Академии наук (АН) СССР. Затем год он работал преподавателем в Карагандинском политехническом институте. Последующие 25 лет работал в Институте химической кинетики и горения Сибирского отделения (СО) АН СССР в Новосибирском Академгородке, где прошёл путь от младшего до главного научного сотрудника, защитил кандидатскую и докторскую диссертации, стал профессором Новосибирского университета.

В годы перестройки, когда сотрудники институтов АН СССР получили право рекомендовать кандидатуры директоров, К.М. Салихов был избран директором Казанского физико-технического института (КФТИ), который носит имя Е.К. Завойского — первооткрывателя (в 1944 г.) и исследователя нового фундаментального явления — электронного парамагнитного резонанса. Он поставил себе цель, которой удалось "заразить" не только сотрудников института, но и многих людей в Татарстане, в России и за рубежом, — сделать КФТИ одним из лучших в мире центров ЭПР-спектроскопии. За 27 лет в должности директора, эта цель стала реальностью и сегодня КФТИ — это действительно признанный в мире исследовательский центр ЭПР. Подтверждение этому — слова президента старейшего в области радиоспектроскопии общества AMPERE и всемирного общества магнитного резонанса проф. Х.В. Шписса из Института им. Макса Планка: "Ваш энтузиазм на благо ваших исследований и мирового научного сообщества беспрецедентен. Вы сделали Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского центром спектроскопии ЭПР, признанным во всех странах".



Кев Минуллинович Салихов

Важнейшие научные результаты К.М. Салихова относятся к спиновой химии, импульсной ЭПР-спектроскопии и теории спинового обмена.

Спиновая химия. К.М. Салихов внёс основополагающий вклад в создание новой области науки — спиновой химии. За исследования в этой области в составе коллектива удостоен Ленинской премии (1986 г.) за цикл работ "Магнитно-спиновые эффекты в химических реакциях" (1973–1984 гг.), совместно с Ю.Н. Молиным, Р.З. Сагдеевым, А.Л. Бучаченко, Е.Л. Франкевичем. Развил теорию магнитных и спиновых эффектов в радикальных химических реакциях, включая магнитный изотопный эффект и химически индуцированную поляризацию ядерных и электронных спинов.

Импульсная ЭПР-спектроскопия. Заложил основы теории электронного спинового эха. Полученные им результаты в теории фазовой релаксации (декогеренции) спинов и их экспериментальное подтверждение создали условия для ренессанса ЭПР в мировой науке, начиная с 1980-х годов.

Бимолекулярный процесс спинового обмена. Внёс фундаментальный вклад в теорию гейзенберговского спинового обмена в разбавленных растворах парамагнитных частиц. Сформулировал парадигму спинового обмена в этих системах и его проявления в ЭПР-спектроскопии. Основные положения новой парадигмы спинового обмена сводятся к следующему.

Каждая линия спектра поглощения ЭПР связана с возбуждением одной из коллективных мод движения спинов. Элементарное возбуждение мод движения можно рассматривать как квазичастицы. Оказывается, что эти квазичастицы являются бозонами. В области медленного обмена резонансные линии имеют смешанную форму. В области быстрого обмена наряду с обменно-суженной линией проявляются малоинтенсивные "запрещённые линии". Обменно-суженная линия связана с возбуждением квазичастиц с максимальным временем жизни.

На примере бимолекулярного спинового обмена в разбавленных растворах К.М. Салихов теоретически показал нетривиальный факт проявления коллективных мод согласованной прецессии намагниченности спинов подансамблей частиц с разными частотами, обусловленного эффектом отдачи квантовой когерентности от партнёра по взаимодействию при случайных бимолекулярных столкновениях частиц.

Квантовые кинетические уравнения. Для создания теории спин-зависимых бимолекулярных процессов в конденсированных средах — рекомбинации свободных радикалов и спинового обмена — были получены соответствующие кинетические уравнения с учётом повторных столкновений частиц, т.е. так называемого "эффекта клетки" при столкновении частиц в конденсированной среде.

Метод PELDOR/DEER. Совместно с А.Д. Миловым и М.Д. Шировым предложил метод импульсного двойного электрон-электронного резонанса для измерения нанометровых расстояний между парамагнитными центрами (парамагнитными метками), основанный на измерении частоты модуляции наблюдаемого сигнала эха, которая определяется диполь-дипольным взаимодействием двух спиновых меток. Этот метод нанометровой метрологии оказался весьма востребованным в молекулярной биологии.

Квантовые процессы в фотосинтезе. Разработал теорию спиновой динамики фоторазделённых зарядов в фотосинтетических реакционных центрах, предсказал квантовые биения интенсивности при наблюдении времяразрешённого спектра ЭПР и аномальную фазу сигнала электронного спинового эха.

Ряд работ К.М. Салихова расширяет границы исследований в смежные области. Он предсказал механизм поляризации электронных спинов триплетных экситонов вследствие спиновых правил отбора при триплет-триплетной аннигиляции; эффект получил экспериментальное подтверждение. Предложил теоретический протокол квантовой телепортации, в котором спин-зависимые элементарные химические процессы используются как логические операции; один из вариантов относится к фотосинтетическим реакционным центрам и биологической мембране. Этот протокол уже реализован экспериментально. Совместно с М.Ю. Волковым разработал протокол логической операции CNOT с использованием электронных спинов в качестве кубитов. Совместно с коллегами дал теоретическую интерпретацию наблюдаемого в эксперименте замедления декогеренции электронных спинов в многоимпульсных экспериментах как проявления квантового эффекта Зенона. Предсказал возможность двухквантового перехода без текущего взаимодействия частиц благодаря квантовой когерентности, сохранившейся после предшествующего взаимодействия частиц.

Отдельного упоминания заслуживает то, что на первый взгляд не имеет отношения к исследовательской деятельности, а относится к популяризации науки, — то, где К.М. Салихов выступил как основатель, инициатор или активный участник. Это — международный научный журнал *Applied Magnetic Resonance*, который предоставил возможность тысячам исследователей из многих стран мира познакомить других и познакомиться самим с достижениями во всех научных направлениях, связанных с магнитным резонансом. Это Международная премия им. Е.К. Завойского, которой отмечаются учёные или организации, внёсшие выдающийся вклад в развитие и применение методов ЭПР; ежегодная церемония вручения премии в Казани стала замечательной традицией, праздником науки. Это Конгресс AMPERE, впервые проведённый в России в Казани в 1994 г. Это международная конференция Modern Development of Magnetic Resonance, ежегодное проведение которой стало не просто традицией, а необходимостью из-за растущего интереса к применению магнитного резонанса в различных областях науки и технологий.

Юбилейный год отмечен ещё одним начинанием: с 30 октября по 3 ноября 2026 г. в Казани проходит международный симпозиум "От квантовой динамики к макроскопической кинетике", приуроченный к 90-летию К.М. Салихова. Симпозиум посвящён вопросу, общему для физики, химии и молекулярной биологии: как из квантовой динамики частиц получается величина, измеряемая в опыте. Ответ на него дают кинетические уравнения — метод, которым пользуются в каждой из этих областей. В Казань съехались теоретики и экспериментаторы, работающие с магнитным резонансом и спиновым обменом, сверхизлучением, сверхтекучестью и сверхпроводимостью, кинетикой реакций в растворах, явлениями переноса, кинетическими уравнениями в химии и молекулярной биологии.

Главная особенность симпозиума — мастерские. В них разбираются задачи, которые участники привезли из своих лабораторий: прибор регистрирует определённую величину, а имеющееся описание с измерением расходится. Каждая мастерская собирается вокруг одной задачи и идёт у доски, без слайдов; ведёт её только тот, кто сам выводил кинетические уравнения. Авторы задачи приезжают с тем, что пока не поддаётся описанию или не имеет кинетического уравнения, и уезжают с ясным пониманием, как вывести кинетическое уравнение (или почему его в данном случае быть не может). Оба исхода признаются ценным научным результатом. Итог симпозиума — принимаемый участниками Казанский меморандум: принципы и порядок построения кинетических уравнений.

Заслуги К.М. Салихова отмечены Государственной премией Республики Татарстан в области науки и техники, рядом международных премий, орденами "За заслуги перед Отечеством" III и IV степени, "Знак Почёта", "За заслуги перед Республикой Татарстан". Он почётный гражданин г. Казани, почётный член международного общества ЭПР (International EPR/ESR Society, 2014) и международного общества магнитного резонанса (ISMAR, 2015).

"Работать для меня всё равно, что дышать, — говорит он. — И результат работы, та самая Эврика, как глоток свежего воздуха меня радует и бодрит". И сегодня, по его словам, он полон планов на будущее и сил, чтобы их осуществить: "Я с благодарностью вспоминаю пройденный путь и с интересом смотрю в будущее... Впереди ещё много дел".

Друзья, коллеги и ученики сердечно поздравляют Кева Минуллиновича с юбилеем и желают ему здоровья, новых Эврик и долгих лет творческой работы.

С.М. Алдошин, В.В. Бражкин, А.А. Калачёв, В.В. Кведер, И.В. Колоколов, В.В. Кочаровский, Ю.Н. Молин, А.К. Муртазаев, С.А. Никитов, Р.З. Сагдеев, А.И. Смирнов, Р.А. Сюняев